

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 101

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3 – В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

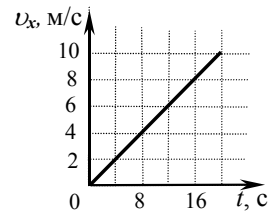
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в три раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз большую скорость разовьет мотоциклист за то же время?

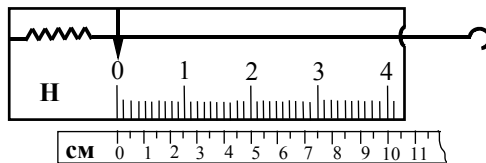
1) в 1,5 раза 2) в $\sqrt{3}$ раза 3) в 3 раза 4) в 9 раз

- A2** Скорость автомобиля массой 1000 кг, движущегося вдоль оси Oх, изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Систему отсчета считать инерциальной. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна



1) 500 Н 2) 1000 Н 3) 10000 Н 4) 20000 Н

- A3** На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Каким будет растяжение пружины динамометра, если к ней подвесить груз 200 г?



1) 5 см 2) 2,5 см 3) 3,5 см 4) 3,75 см

- A4** Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинки при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

1) 0,1 м/с 2) 0,15 м/с 3) 0,3 м/с 4) 3 м/с

- A5** Лебедка равномерно поднимает груз массой 200 кг на высоту 3 м за 5 с. Какова мощность лебедки?

1) 120 Вт 2) 3000 Вт 3) 333 Вт 4) 1200 Вт

- A6** Как изменится период малых колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?

1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) уменьшится в 2 раза

- A7** На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 16 Н, и он остается в покое. Какова сила трения между ящиком и полом?

1) 0 Н 2) 2,5 Н 3) 4 Н 4) 16 Н

- A8** Как изменится давление идеального газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул газа уменьшить в 2 раза и концентрацию молекул газа уменьшить в 2 раза?

1) увеличится в 4 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) не изменится

- A9** Удельная теплота парообразования воды равна $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Это означает, что для испарения

1) любой массы воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж
2) 1 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж
3) 2,3 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты 10^6 Дж
4) 1 кг воды при любой температуре необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж

- A10** Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C . Какое количество теплоты отдала деталь?

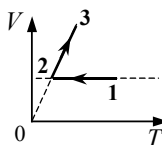
1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 Внешние силы совершили над идеальным газом работу 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 500 Дж. В этом процессе газ

- 1) отдал количество теплоты 100 Дж
- 2) получил количество теплоты 200 Дж
- 3) отдал количество теплоты 400 Дж
- 4) получил количество теплоты 400 Дж

A12 На VT -диаграмме представлена зависимость объема идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется давление в процессе 1–2–3?

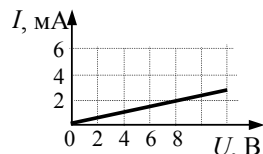
- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
- 2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
- 3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остается неизменным
- 4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается



A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, а один из зарядов уменьшили в 3 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

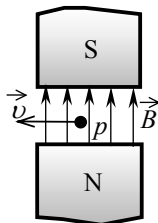
- 1) не изменилась
- 2) уменьшилась в 3 раза
- 3) увеличилась в 3 раза
- 4) уменьшилась в 27 раз

A14 На рисунке изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



- 1) 0,25 кОм
- 2) 2 кОм
- 3) 4 кОм
- 4) 8 кОм

A15 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

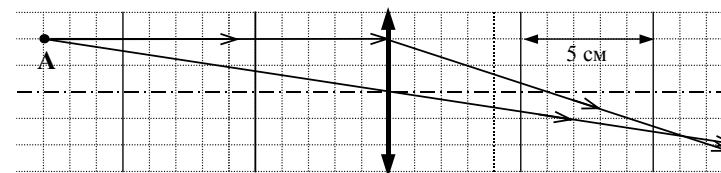


- 1) от наблюдателя \otimes
- 2) к наблюдателю \odot
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) вертикально вниз \downarrow

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью C и катушки индуктивностью L . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если и электроемкость конденсатора, и индуктивность катушки увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 2 раза

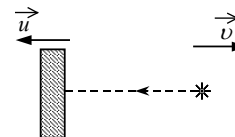
A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Оптическая сила линзы приблизительно равна

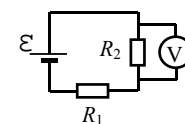
- 1) 17 дптр
- 2) 10 дптр
- 3) 8 дптр
- 4) – 8 дптр

A18 В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Источник света движется в этой системе со скоростью v , а зеркало – со скоростью u в противоположную сторону. С какой скоростью распространяется свет, отраженный от зеркала?



- 1) $c - v$
- 2) $c + v + u$
- 3) $c + v$
- 4) c

A19

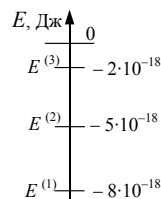


В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

- 1) 1 В
- 2) 2 В
- 3) 3 В
- 4) 4 В

A20 На рисунке изображена схема возможных значений энергии атомов разреженного газа. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(3)}$. Возможно испускание газом фотонов с энергией

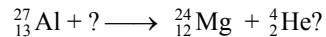
- 1) только $2 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 2) только $3 \cdot 10^{-18}$ и $6 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) только $2 \cdot 10^{-18}$, $5 \cdot 10^{-18}$ и $8 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 4) любой от $2 \cdot 10^{-18}$ до $8 \cdot 10^{-18}$ Дж



A21 Ядро аргона $^{40}_{18}\text{Ar}$ содержит

- 1) 18 протонов и 40 нейтронов
- 2) 18 протонов и 22 нейтрона
- 3) 40 протонов и 22 нейтрона
- 4) 40 протонов и 18 нейтронов

A22 Какая частица вызывает следующую ядерную реакцию:

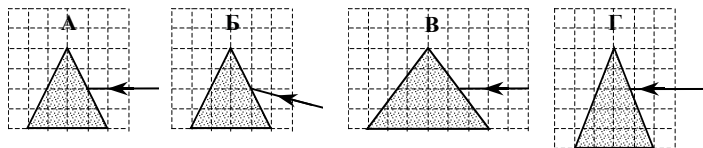


- 1) ^4_2He
- 2) ^1_0n
- 3) ^1_1H
- 4) γ

A23 Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

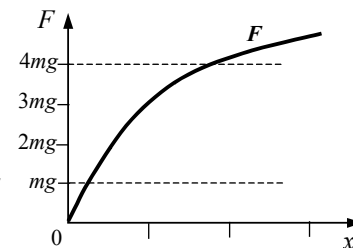
- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж
- 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж
- 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

A24 Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



- 1) А и Б
- 2) Б и В
- 3) Б и Г
- 4) В и Г

A25 Период малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резиновом жгуте, равен T_0 . Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте – T удовлетворяет соотношению



- 1) $T > 2T_0$
- 2) $T = 2T_0$
- 3) $T = T_0$
- 4) $T < 0,5T_0$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией частицы при увеличении скорости движения?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) радиус орбиты		1) увеличится
Б) период обращения		2) уменьшится
В) кинетическая энергия		3) не изменится
А	Б	В

- B2** Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- А) Ионизация газа
Б) Фотоэффект

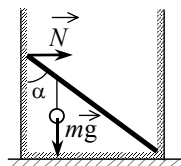
ПРИБОР

- 1) Вакуумный фотоэлемент
2) Дифракционная решетка
3) Счетчик Гейгера
4) Лупа

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- B3** Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг (см. рисунок). Каков модуль силы N , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



- B4** Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а давление – в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа по шкале Кельвина.

- B5** В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

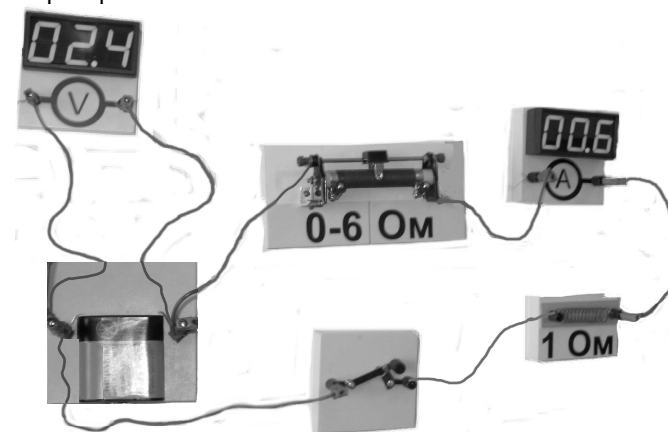
Вычислите по этим данным максимальное значение силы тока в катушке. Ответ выразите в мА, округлив его до десятых.

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланк ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1** На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.



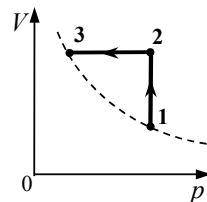
Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи, и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

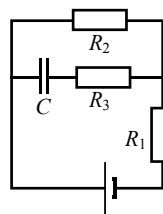
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй в этом же месте – через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- C3** Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1 – 2?



- C4** Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на левой обкладке конденсатора?



- C5** На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня с пятикратным увеличением. Стержень расположен перпендикулярно главной оптической оси, и плоскость экрана также перпендикулярна этой оси. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем, при неизменном положении линзы, передвинули стержень так, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. Определите фокусное расстояние линзы.

- C6** Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. На сколько повысилась температура контейнера за 1 ч, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 102

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

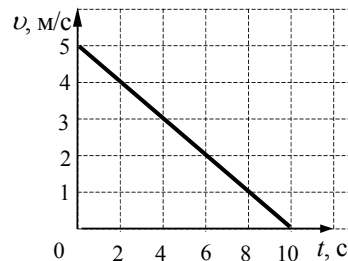
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Автомобиль разгоняется с места до скорости 30 м/с за 4 с. С каким ускорением движется автомобиль?

- 1) 4 м/с² 2) 7,5 м/с² 3) 30 м/с² 4) 60 м/с²

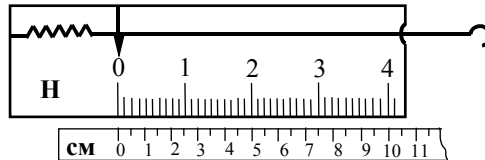
A2 Зависимость скорости прямолинейного движения поезда массой $2 \cdot 10^6$ кг от времени представлена на графике. Определите модуль равнодействующей всех сил, действующих на поезд.

- 1) $6 \cdot 10^6$ Н
2) $5 \cdot 10^6$ Н
3) $2 \cdot 10^6$ Н
4) 10^6 Н



A3 На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Каким будет растяжение пружины динамометра, если к ней подвесить груз 100 г?

- 1) 5 см 2) 2,5 см 3) 3,5 см 4) 3,75 см



A4 Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость охотника после выстрела 0,15 м/с. Какова скорость пули при выстреле из ружья?

- 1) 240 м/с 2) 360 м/с 3) 300 м/с 4) 840 м/с

A5 Подъемный кран поднимает груз массой 2 т на высоту 10 м. За какое время поднимается груз, если мощность двигателя крана 10 кВт? Потери энергии незначительны.

- 1) 0,5 с 2) 2 с 3) 5 с 4) 20 с

A6 Как изменится период малых колебаний математического маятника, если его длину уменьшить в 4 раза?

- 1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) уменьшится в 2 раза

A7 На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 15 Н. При этом ящик

- 1) останется в покое
2) будет двигаться равномерно
3) будет двигаться с ускорением 1,5 м/с²
4) будет двигаться с ускорением 1 м/с²

A8 При неизменной концентрации молекул разреженного газа в результате нагревания его давление увеличилось в 2 раза. Средняя энергия теплового движения молекул газа при этом

- 1) увеличилась в 2 раза
2) увеличилась в $\sqrt{2}$ раз
3) увеличилась в 4 раза
4) не изменилась

A9 Температура кипения воды в чайнике существенно зависит от

- 1) мощности нагревателя
2) атмосферного давления
3) вещества сосуда, в котором нагревается вода
4) начальной температуры воды

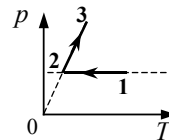
A10 Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C. Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 Идеальному газу передали изохорно количество теплоты 300 Дж. Как изменилась его внутренняя энергия в этом процессе?

- 1) увеличилась на 300 Дж
- 2) уменьшилась на 300 Дж
- 3) увеличилась на 600 Дж
- 4) уменьшилась на 600 Дж

A12 На pT -диаграмме представлена зависимость давления идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется объем в процессе 1–2–3?

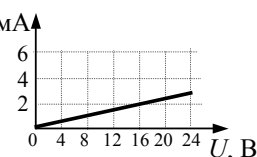


- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
- 2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
- 3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остается неизменным
- 4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, при этом один из зарядов увеличили в 3 раза. Сила взаимодействия между ними

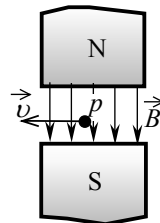
- 1) не изменилась
- 2) уменьшилась в 27 раз
- 3) увеличилась в 3 раза
- 4) уменьшилась в 3 раза

A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



- 1) 0,125 кОм
- 2) 1,25 кОм
- 3) 0,8 кОм
- 4) 8 кОм

A15 Протон p , влетающий в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

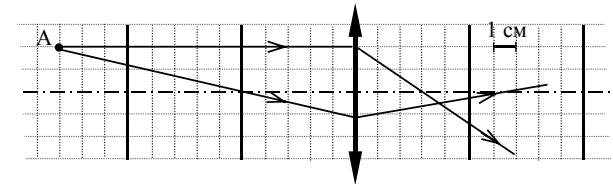


- 1) от наблюдателя \otimes
- 2) к наблюдателю \odot
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) горизонтально влево \leftarrow

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Если емкость конденсатора увеличить в 2 раза, а индуктивность катушки в 2 раза уменьшить, то период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

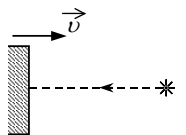
A17 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Какова приблизительно оптическая сила линзы, если одна клетка на рисунке соответствует одному сантиметру?

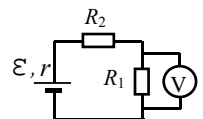
- 1) 33 дптр
- 2) 27 дптр
- 3) 20 дптр
- 4) 14 дптр

A18 Свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c и падает перпендикулярно на поверхность зеркала, которое приближается к источнику со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом?



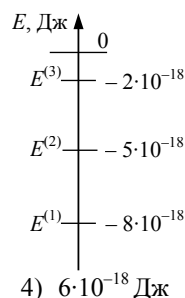
- 1) $c - v$
- 2) c
- 3) $c + v$
- 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

A19 В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



- 1) 5 В
- 2) 8 В
- 3) 3 В
- 4) 4 В

- A20** На рисунке изображена схема энергетических уровней атома. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Согласно постулатам Бора, данный атом может излучать фотоны с энергией



- 1) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж 2) $3 \cdot 10^{-18}$ Дж 3) $5 \cdot 10^{-18}$ Дж 4) $6 \cdot 10^{-18}$ Дж

- A21** Ядро фермия ${}^{250}_{100}\text{Fm}$ состоит из

- 1) 100 протонов и 150 нейтронов
2) 250 протонов и 150 электронов
3) 100 протонов и 250 нейтронов
4) 250 нейтронов и 100 электронов

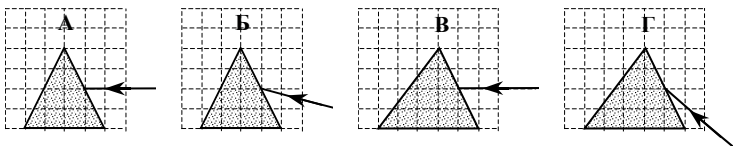
- A22** Радиоактивный изотоп натрия ${}^{22}_{11}\text{Na}$ превращается в изотоп магния ${}^{22}_{12}\text{Mg}$ в результате

- 1) β -распада
2) α -распада
3) излучения γ -кванта
4) α -распада и излучения γ -кванта

- A23** Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

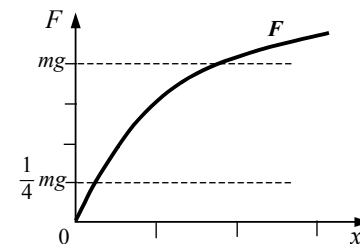
- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

- A24** Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра на экране за призмой зависит от угла вершины призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



- 1) А и Б 2) Б и В 3) А и В 4) Б и Г

- A25** Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резинового жгута, равен T_0 . Период малых вертикальных колебаний груза массой $\frac{1}{4}m$ на этом жгуте равен T . Какое соотношение верно?



- 1) $T = T_0$ 2) $T = 2T_0$ 3) $T > 2T_0$ 4) $T < 0,5T_0$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

- В1** Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией частицы при увеличении заряда частицы, если ее скорость не изменилась?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А)	радиус орбиты	1) увеличится
Б)	период обращения	2) уменьшится
В)	кинетическая энергия	3) не изменится
А		Б
		В

- B2** Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- А) Излучение ускоренных электронов
Б) Тепловое излучение

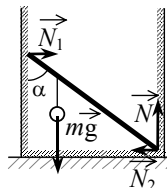
ПРИБОР

- 1) Рентгеновская трубка
2) Дифракционная решетка
3) Прибор ночного видения (тепловизор)
4) Призма

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- B3** Невесомый стержень длиной 4 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 1 м от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль вертикальной составляющей силы упругости N , действующей на нижний конец стержня со стороны ящика?



- B4** Постоянную массу идеального газа изобарно сжимают из состояния с температурой 360 К так, что объем газа изменяется в 1,2 раза. Насколько изменится температура газа в этом процессе?

- B5** В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Какова энергия магнитного поля катушки в момент времени $5 \cdot 10^{-6} \text{ с}$, если емкость конденсатора равна 50 пФ? Ответ выразите в наноджоулях (нДж) и округлите до целых.

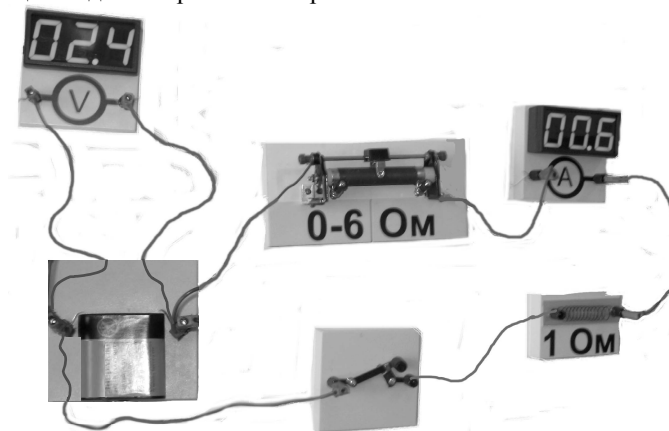
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

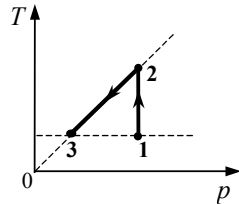
- C1** На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (уменьшится или увеличится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



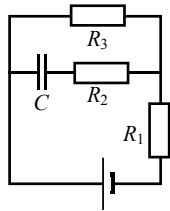
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 200 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два одинаковых осколка. Первый упал на Землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда. До какой максимальной высоты поднялся второй осколок? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- C3** Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1 – 2?



- C4** Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Чему равно напряжение между обкладками конденсатора?



- C5** На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня, расположенного перпендикулярно главной оптической оси, с пятикратным увеличением. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули стержень, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получилось изображение с трехкратным увеличением. На сколько пришлось передвинуть стержень относительно его первоначального положения?

C6

Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За какое время температура контейнера повышается на 1 К, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 103

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

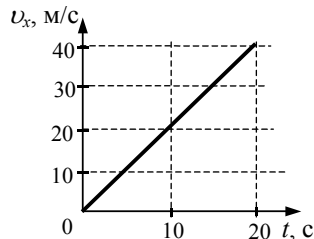
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Мотоциклист разгоняется до скорости 20 м/с, двигаясь по прямой с ускорением 5 м/с². Начальная скорость его равна нулю. Сколько времени длится разгон?

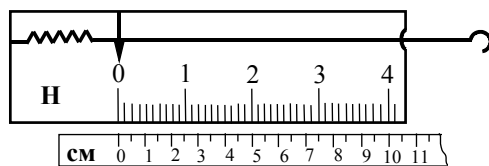
1) 0,25 с 2) 2 с 3) 4 с 4) 100 с

- A2** Скорость тела массой 3 кг, движущегося вдоль оси Oх в инерциальной системе отсчета, изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Сила, действующая на тело в момент времени $t = 10$ с, равна

1) 1,5 Н
2) 6 Н
3) 30 Н
4) 60 Н



- A3** На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Каким будет растяжение пружины динамометра, если к ней подвесить груз 300 г?



1) 5 см 2) 2,5 см 3) 3,5 см 4) 7,5 см

- A4** Две одинаковые тележки движутся в одну сторону. Скорость одной из тележек $2v$, другой v . Скорость движения тележек после их неупругого столкновения равна

1) v 2) $\frac{1}{3}v$ 3) $3v$ 4) $\frac{3}{2}v$

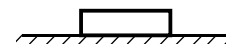
- A5** Человек тянет брусок массой 1 кг по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью, действуя на него в горизонтальном направлении. Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,1$. Скорость движения бруска 1 м/с. Какую мощность развивает человек, перемещая груз?

1) 0,1 Вт 2) 10 Вт 3) 0 Вт 4) 1 Вт

- A6** Если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4 раза, то период малых колебаний маятника

1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 2 раза
4) уменьшится в 4 раза

- A7** Алюминиевый брусок массой 3 кг лежит на стальной горизонтальной плите (см. рисунок). Коэффициент трения алюминия о сталь равен 0,61. Если на брусок подействовать в горизонтальном направлении силой, равной 17 Н, то брусок



1) не сдвинется с места
2) начнет двигаться равномерно
3) начнет двигаться с ускорением 0,43 м/с²
4) начнет двигаться с ускорением 5,7 м/с²

- A8** При неизменной концентрации частиц абсолютная температура разреженного газа была увеличена в 4 раза. Давление газа при этом

1) увеличилось в 4 раза
2) увеличилось в 2 раза
3) уменьшилось в 4 раза
4) не изменилось

- A9** Вода может испаряться

1) только при кипении
2) только при кристаллизации
3) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является ненасыщенным
4) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является насыщенным

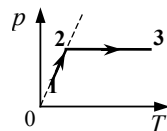
- A10** Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C. Какое количество теплоты отдала деталь?

1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 Идеальный газ при адиабатном расширении совершил работу 100 Дж. Как изменилась его внутренняя энергия?

- 1) увеличилась на 100 Дж
- 2) не изменилась
- 3) уменьшилась на 100 Дж
- 4) уменьшилась на 50 Дж

A12 На pT -диаграмме представлена зависимость давления идеального газа постоянной массы от его температуры. Как изменяется объем в процессе 1–2–3?

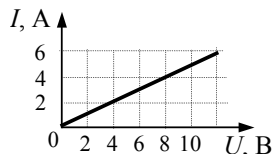


- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
- 2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
- 3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остается неизменным
- 4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

A13 Как изменятся силы взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 4 раза, а каждый заряд увеличить в 2 раза?

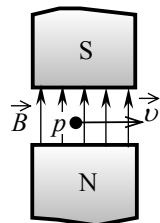
- 1) увеличатся в 4 раза
- 2) уменьшатся в 4 раза
- 3) увеличатся в 2 раза
- 4) уменьшатся в 2 раза

A14 На рисунке изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



- 1) 0,5 Ом
- 2) 2 Ом
- 3) 0,5 кОм
- 4) 2 кОм

A15 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленного вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

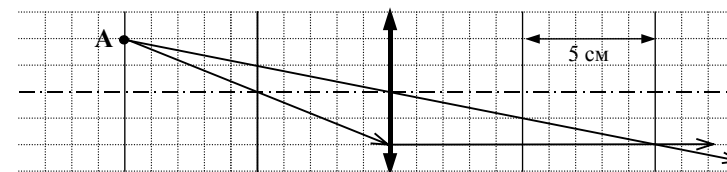


- 1) горизонтально влево в плоскости рисунка ←
- 2) вертикально вниз в плоскости рисунка ↓
- 3) от нас перпендикулярно плоскости рисунка ⊗
- 4) к нам перпендикулярно плоскости рисунка ⊙

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Если емкость конденсатора уменьшить в 2 раза, а индуктивность катушки в 2 раза увеличить, то период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре

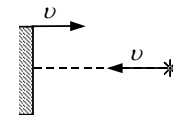
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 2 раза

A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?



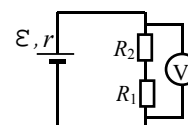
- 1) – 10 дптр
- 2) – 20 дптр
- 3) 20 дптр
- 4) 10 дптр

A18 В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Если источник света и зеркало движутся навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями v , то скорость отраженного света в инерциальной системе, связанной с источником, равна



- 1) $c - 2v$
- 2) c
- 3) $c + 2v$
- 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

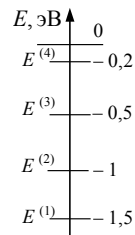
A19



В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 8 В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает вольтметр с бесконечно большим сопротивлением?

- 1) 2 В
- 2) 4 В
- 3) 6 В
- 4) 8 В

A20 На рисунке показана схема энергетических уровней атома. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(3)}$. Согласно постулатам Бора, атомы могут излучать фотоны с энергией



- 1) 0,3 эВ и любой, большей или равной 0,5 эВ
- 2) только 0,3 и 0,5 эВ
- 3) только 0,5 и 1,0 эВ
- 4) от 0,5 до 1,5 эВ

A21 Ядро цинка $^{65}_{30}\text{Zn}$ состоит из

- 1) 65 нейтронов и 30 протонов
- 2) 30 протонов и 35 нейтронов
- 3) 35 электронов и 65 протонов
- 4) 65 протонов и 30 нейтронов

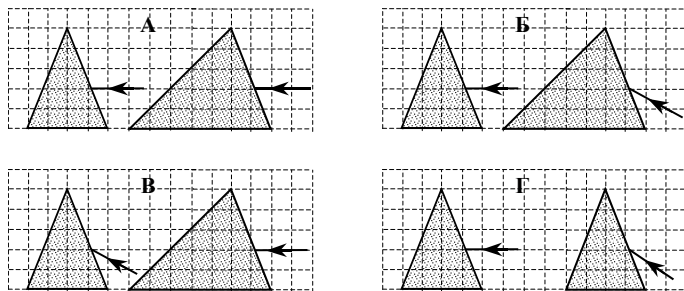
A22 Какая частица X образуется в ядерной реакции $^9_4\text{Be} + \gamma \longrightarrow ^8_4\text{Be} + X$?

- 1) ^1_0n
- 2) $^0_{-1}\text{e}$
- 3) ^1_1H
- 4) ^4_2He

A23 Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

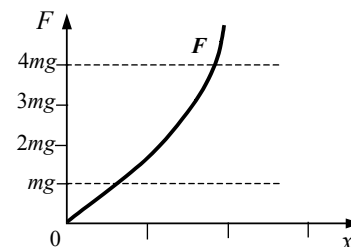
- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж
- 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж
- 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

A24 Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Были выдвинуты гипотезы, что ширина спектра на экране за призмой зависит от угла при вершине призмы и от угла падения пучка на грань призмы. Какие две пары опытов необходимо провести для раздельной проверки этих двух гипотез?



- 1) А и Б
- 2) А и Г
- 3) Б и В
- 4) В и Г

A25 Частота малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на конической пружине, равна ν_0 . Зависимость силы упругости конической пружины F от удлинения x изображена на графике. Частота ν малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этой пружине удовлетворяет соотношению



- 1) $\nu < 0,25\nu_0$
- 2) $\nu = 0,25\nu_0$
- 3) $\nu = 0,5\nu_0$
- 4) $\nu > 0,5\nu_0$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией, если в этом поле с такой же скоростью движется частица массой $2m$ и зарядом q ?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) радиус орбиты	1) увеличится
Б) период обращения	2) уменьшится
В) кинетическая энергия	3) не изменится

А	Б	В

- B2** Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

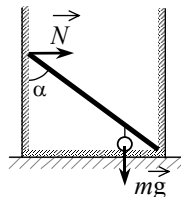
ПРИБОР

- А) Линейчатый спектр 1) Вакуумный фотоэлемент
Б) Тепловое излучение 2) Призмный спектроскоп
 3) Прибор ночного видения (тепловизор)
 4) Счетчик Гейгера

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- B3** Невесомый стержень длиной 4 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 1 м от его правого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль силы упругости N , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



- B4** Идеальный газ расширяют изотермически так, что объем газа изменяется в 1,4 раза, а давление – на $\Delta p = 80$ кПа. Масса газа постоянна. Найдите начальное давление газа. Ответ выразите в килопаскалях.

- B5** В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в идеальном колебательном контуре с течением времени при свободных колебаниях.

$t, 10^{-6}$ с	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$q, 10^{-6}$ Кл	0	2,13	3	2,13	0	–2,13	–3	–2,13	0	2,13

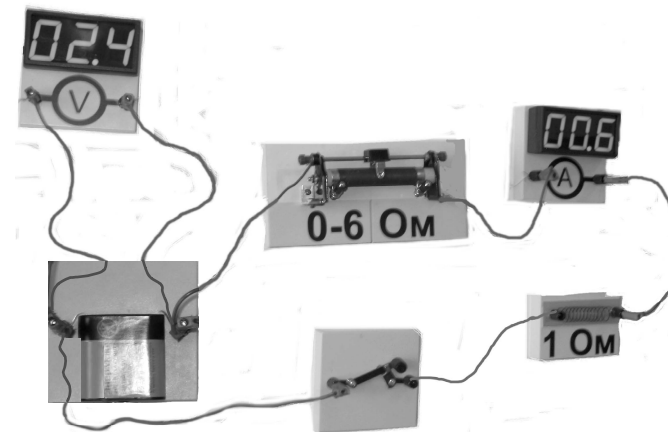
Вычислите индуктивность катушки, если емкость конденсатора равна 100 пФ. Ответ выразите в миллигенри (мГн), округлив его до целых.

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланк ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

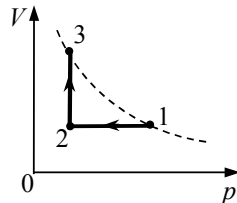
- C1** На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (уменьшится или увеличится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при размыкании ключа.



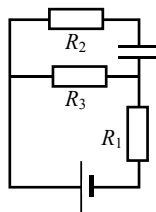
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** Начальная скорость снаряда, выпущенного вертикально вверх, равна 200 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый осколок массой m_1 упал на Землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда. Второй осколок массой m_2 поднялся до высоты 4 км. Чему равно отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих осколков? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- C3** Один моль идеального одноатомного газа сначала охладил, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 – 2?



- C4** Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на верхней обкладке конденсатора?

**C5**

На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня с пятикратным увеличением. Стержень и плоскость экрана перпендикулярны главной оптической оси линзы. Стержень передвинули на 2 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули экран, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько пришлось передвинуть экран относительно его первоначального положения?

C6

Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За 30 мин температура контейнера повышается на 1,3 К. Найдите энергию α -частицы, считая, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 104

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

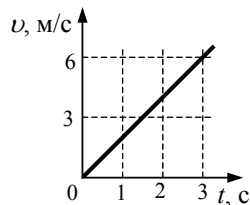
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Велосипедист спускается с горки, двигаясь прямолинейно и равноускоренно. Время спуска равно 10 с. Ускорение велосипедиста равно $0,5 \text{ м/с}^2$. За время спуска скорость велосипедиста изменилась на

1) 20 м/с 2) 5 м/с 3) 2 м/с 4) 0,05 м/с

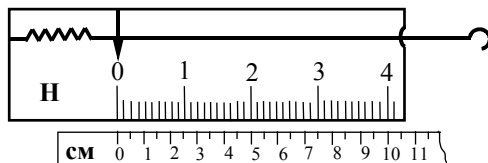
- A2** Тело прямолинейно движется в инерциальной системе отсчета под действием постоянной силы. На рисунке представлен график зависимости скорости v от времени t . Масса тела 2 кг. Сила, действующая на тело, равна

1) 1 Н
2) 2 Н
3) 4 Н
4) 6 Н



- A3** На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Какой должна быть масса груза, подвешенного к пружине, чтобы она растянулась на 2,5 см?

1) 100 г 2) 10 г 3) 250 г 4) 25 г



- A4** Два мальчика, стоящих на льду на коньках, оттолкнулись друг от друга и разъехались со скоростями $v_1 = 0,5 \text{ м/с}$ и $v_2 = 0,6 \text{ м/с}$. Каково отношение

$\frac{m_1}{m_2}$ масс мальчиков? Трением пренебречь.

1) $\frac{5}{6}$ 2) $\frac{6}{5}$ 3) $\frac{5}{11}$ 4) $\frac{6}{11}$

- A5** Парашютист массой 75 кг равномерно опускается на парашюте со скоростью 4 м/с. Какова мощность силы тяжести, действующей на парашютиста?

1) 187,5 Вт 2) 300 Вт 3) 600 Вт 4) 3000 Вт

- A6** Как надо изменить массу пружинного маятника, чтобы период его колебаний увеличился в 3 раза?

1) увеличить в 3 раза
2) уменьшить в 3 раза
3) увеличить в 9 раз
4) уменьшить в 9 раз

- A7** На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 20 Н. При этом ящик

1) останется в покое
2) будет двигаться равномерно
3) будет двигаться с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$
4) будет двигаться с ускорением 1 м/с^2

- A8** При неизменной концентрации молекул гелия их средняя кинетическая энергия теплового движения увеличилась в 4 раза. При этом давление газа

1) увеличилось в 16 раз
2) увеличилось в 4 раза
3) увеличилось в 2 раза
4) не изменилось

- A9** Твердое вещество медленно нагревалось в калориметре при постоянном притоке тепла. В таблице приведены результаты измерений его температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °C	72	77	80	80	80	81	88	95

В калориметре через 7 мин после начала измерений вещество находилось

1) и в жидком, и в твердом состояниях
2) только в твердом состоянии
3) только в жидком состоянии
4) и в жидком, и в газообразном состояниях

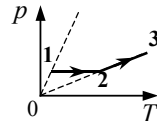
- A10** Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C . Какое количество теплоты отдала деталь?

1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 Какое количество теплоты получено газом, если его внутренняя энергия увеличилась на 400 Дж, и газ совершил работу 300 Дж?

- 1) 100 Дж 2) 300 Дж 3) 400 Дж 4) 700 Дж

A12 На pT -диаграмме представлена зависимость давления идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется объем в процессе 1–2–3?

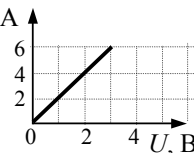


- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
3) на участке 1–2 увеличивается, на участке 2–3 остается неизменным
4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, величину одного из зарядов также уменьшили в 3 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

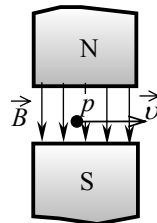
- 1) не изменилась
2) уменьшилась в 3 раза
3) увеличилась в 3 раза
4) уменьшилась в 27 раз

A14 На рисунке изображен график зависимости силы I , мА, тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



- 1) 0,5 Ом 2) 2 Ом 3) 0,5 кОм 4) 2 кОм

A15 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

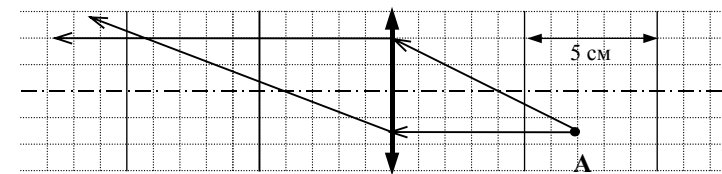


- 1) к нам из-за плоскости рисунка \odot
2) от нас перпендикулярно плоскости рисунка \otimes
3) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
4) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью C и катушки индуктивностью L . Если емкость конденсатора и индуктивность катушки уменьшить в 2 раза, то период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре

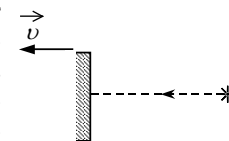
- 1) увеличится в 2 раза
2) не изменится
3) уменьшится в 2 раза
4) уменьшится в 4 раза

A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?



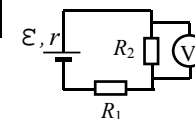
- 1) 10,5 дптр 2) 14,3 дптр 3) – 25,0 дптр 4) 25,0 дптр

A18 В некоторой инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом, которое удаляется от источника со скоростью v ?



- 1) $c - v$ 2) c 3) $c + v$ 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

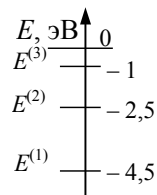
A19



В схеме, изображенной на рисунке, идеальный вольтметр показывает напряжение $U = 2$ В. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = 2$ Ом и $R_2 = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?

- 1) 1 В 2) 5 В 3) 3 В 4) 8 В

A20 На рисунке показана схема энергетических уровней атома. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Фотоны какой энергии может испускать атом?



- 1) только 2 эВ
- 2) только 2,5 эВ
- 3) любой, но меньшей 2,5 эВ
- 4) любой в пределах от 2,5 до 4,5 эВ

A21 Ядро криптона $^{72}_{36}\text{Kr}$ содержит

- 1) 36 протонов, 72 нейтрона
- 2) 72 протона, 36 нейтронов
- 3) 36 протонов, 108 нейтронов
- 4) 36 протонов, 36 нейтронов

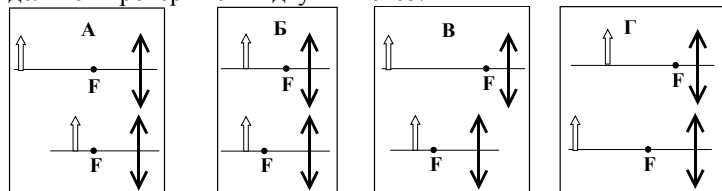
A22 Какая частица вызывает ядерную реакцию $^9_4\text{Be} + \dots \longrightarrow ^{12}_6\text{C} + ^1_0\text{n}$?

- 1) ^4_2He
- 2) ^1_0n
- 3) ^1_1p
- 4) γ

A23 Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

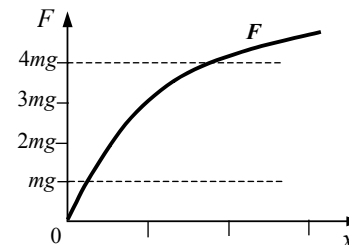
- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж
- 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж
- 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

A24 Были выдвинуты гипотезы, что размер изображения предмета, создаваемого линзой, зависит от оптической силы линзы и от расстояния между линзой и предметом. Какие две пары опытов нужно провести для раздельной проверки этих двух гипотез?



- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) Б и В
- 4) В и Г

A25 Частота малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резиновом жгуте, равна ν_0 . Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Частота малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте ν удовлетворяет соотношению



- 1) $\nu = \nu_0$
- 2) $\nu = 2\nu_0$
- 3) $\nu > 2\nu_0$
- 4) $\nu < 0,5\nu_0$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет со скоростью этой частицы, радиусом ее орбиты и периодом обращения в данном поле при увеличении ее кинетической энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) радиус орбиты	1) увеличится
Б) период обращения	2) уменьшится
В) скорость	3) не изменится

А	Б	В

- B2** Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

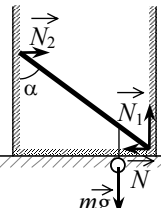
- А) Дифракция
Б) Интерференция

ПРИБОР

- 1) Дифракционная решетка
2) Просветленный объектив
3) Лазерная указка
4) Призма

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- B3**  Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его правого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль горизонтальной составляющей силы упругости N , действующей на нижний конец стержня?

- B4** Идеальный газ находится в состоянии с температурой 270 К при давлении 30 кПа. Давление газа изохорно уменьшают на $\Delta p = 5$ кПа. Определите, насколько уменьшится температура газа в этом процессе, если его масса постоянна.

- B5** В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в идеальном колебательном контуре с течением времени при свободных колебаниях.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-6}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

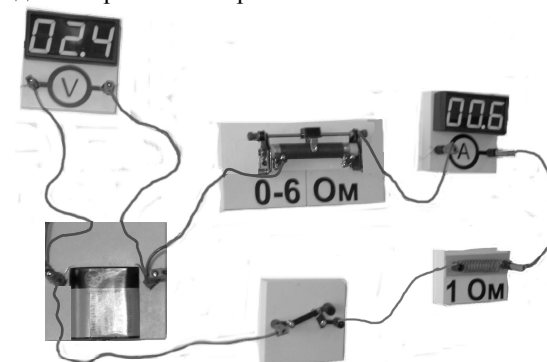
Вычислите индуктивность катушки контура, если емкость конденсатора равна 50 пФ. Ответ выразите в миллигенри (мГн) и округлите до целых.

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

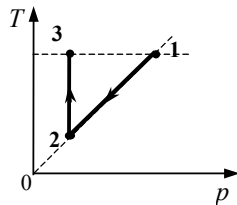
- C1** На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.
Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи, и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (уменьшится или увеличится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- С2** Начальная скорость снаряда, выпущенного вертикально вверх, равна 200 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два одинаковых осколка. Один из осколков упал на Землю вблизи точки выстрела через 50 с после разрыва снаряда. Какова скорость второго осколка при падении на Землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- С3** Один моль идеального одноатомного газа сначала охладил, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 – 2?



- С4** Резисторы поочередно подключают к источнику постоянного тока. Сопротивления резисторов равны соответственно 3 Ом и 12 Ом. Мощность тока в резисторах одинакова. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

- С5** На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня с пятикратным увеличением. Стержень и плоскость экрана перпендикулярны главной оптической оси линзы. Стержень передвинули на 2 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. Определите фокусное расстояние линзы.

С6

Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в металлический контейнер массой 0,5 кг. За 2 ч температура контейнера повысилась на 5,2 К. Известно, что данный препарат испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ, причем энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Найдите удельную теплоемкость металла контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 105

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ^{−27} кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ^{−19} Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ^{−31} кг ≈ 5,5·10 ^{−4} а.е.м.
протона	1,673·10 ^{−27} кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ^{−27} кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ^{−3} кг/моль	кислорода	32·10 ^{−3} кг/моль
аргона	40·10 ^{−3} кг/моль	лития	6·10 ^{−3} кг/моль
водорода	2·10 ^{−3} кг/моль	молибдена	96·10 ^{−3} кг/моль
воздуха	29·10 ^{−3} кг/моль	неона	20·10 ^{−3} кг/моль
гелия	4·10 ^{−3} кг/моль	углекислого газа	44·10 ^{−3} кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.

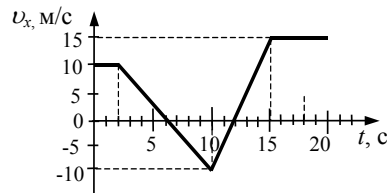
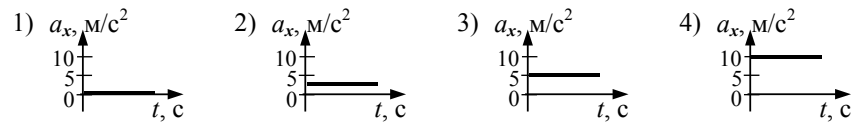


График зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с совпадает с графиком



- A2** Земля притягивает к себе подброшенный мяч с силой 5 Н. С какой силой этот мяч притягивает к себе Землю?

- 1) 50 Н 2) 5 Н 3) 0,5 Н 4) 0,05 Н

- A3** Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_1 , под действием горизонтальной силы. Какова величина этой силы, если коэффициент трения бруска об опору равен μ ?

- 1) $3\mu mg$ 2) μmg 3) $\mu \frac{mg}{2}$ 4) $\mu \frac{mg}{6}$

- A4** Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы величиной 2 Н за 3 с импульс тела увеличился и стал равен 15 кг·м/с. Первоначальный импульс тела равен

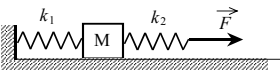
- 1) 9 кг·м/с 2) 10 кг·м/с 3) 12 кг·м/с 4) 13 кг·м/с

- A5** Камень массой 1 кг брошен вертикально вверх. В начальный момент его энергия равна 200 Дж. На какую максимальную высоту поднимется камень? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 10 м 2) 200 м 3) 20 м 4) 2 м

- A6** Колебательное движение тела задано уравнением: $x = a \sin(bt + \frac{\pi}{2})$, где $a = 5$ см, $b = 3$ с⁻¹. Чему равна амплитуда колебаний?

- 1) 3 см 2) 5 см 3) $\frac{\pi}{2}$ см 4) $\frac{5\pi}{2}$ см

- A7**  К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жесткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. Модуль силы F равен

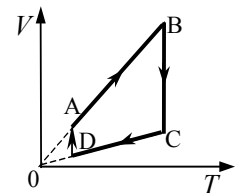
- 1) 6 Н 2) 9 Н 3) 12 Н 4) 18 Н

- A8** Какое из утверждений справедливо для кристаллических тел?

- 1) Во время плавления температура кристалла изменяется.
2) В расположении атомов кристалла отсутствует порядок.
3) Атомы кристалла расположены упорядоченно.
4) Атомы свободно перемещаются в пределах кристалла.

- A9** На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Изобарному нагреванию соответствует участок

- 1) AB
2) BC
3) CD
4) DA



A10 Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C . Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 В процессе эксперимента газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Следовательно, газ расширился, совершив работу

- 1) 3 кДж
2) 10 кДж
3) 13 кДж
4) 16 кДж

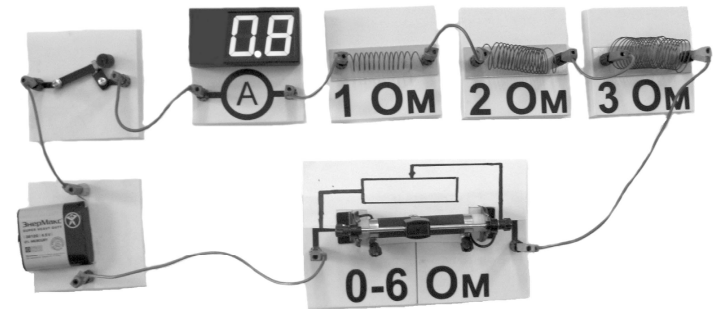
A12 Из стеклянного сосуда стали выпускать сжатый воздух, одновременно охлаждая сосуд. При этом температура воздуха упала вдвое, а его давление уменьшилось в 3 раза. Масса воздуха в сосуде уменьшилась в

- 1) 2 раза
2) 3 раза
3) 6 раз
4) 1,5 раза

A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 2 раза, а один из зарядов уменьшили в 4 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

- 1) не изменилась
2) уменьшилась в 4 раза
3) увеличилась в 4 раза
4) уменьшилась в 16 раз

A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах.



Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно резистору 3 Ом?

- 1) 0,8 В 2) 1,6 В 3) 2,4 В 4) 4,8 В

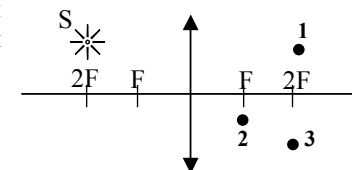
A15 Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \mathbf{B} . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза?

- 1) не изменится
2) уменьшится в 4 раза
3) увеличится в 2 раза
4) уменьшится в 2 раза

A16 Согласно теории Максвелла, заряженная частица излучает электромагнитные волны в вакууме

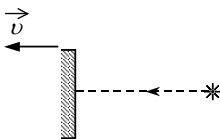
- 1) только при равномерном движении по прямой в инерциальной системе отсчета (ИСО)
2) только при гармонических колебаниях в ИСО
3) только при равномерном движении по окружности в ИСО
4) при любом ускоренном движении в ИСО

A17 Где находится изображение светящейся точки S (см. рисунок), создаваемое тонкой собирающей линзой?



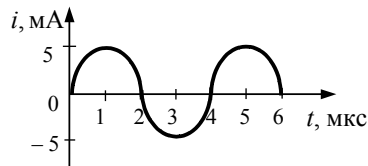
- 1) в точке 1
2) в точке 2
3) в точке 3
4) на бесконечно большом расстоянии от линзы

- A18** Свет от неподвижного источника падает перпендикулярно поверхности зеркала, которое удаляется от источника со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с источником? (Свет от неподвижного источника в вакууме распространяется со скоростью c .)



- 1) $c - v$ 2) c 3) $c + v$ 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

- A19** На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре с последовательно включенными конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,2 Гн. Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно



- 1) $2,5 \cdot 10^{-6}$ Дж 2) $5 \cdot 10^{-6}$ Дж 3) $5 \cdot 10^{-4}$ Дж 4) 10^{-3} Дж

- A20** На рисунке представлен фрагмент периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около которого указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6,7 ₄	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	29	Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	30	Ga ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа бора соответственно равно

- 1) 6 протонов, 5 нейтронов
2) 10 протонов, 5 нейтронов
3) 6 протонов, 11 нейтронов
4) 5 протонов, 6 нейтронов

- A21** β -излучение представляет собой поток

- 1) ядер гелия
2) протонов
3) фотонов
4) электронов

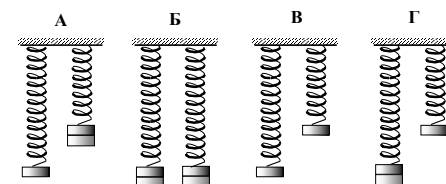
- A22** Ядро изотопа тория ${}_{90}^{234}\text{Th}$ претерпевает три последовательных α -распада. В результате получится ядро

- 1) полония ${}_{84}^{222}\text{Po}$
2) кюрия ${}_{96}^{246}\text{Cm}$
3) платины ${}_{78}^{196}\text{Pt}$
4) урана ${}_{92}^{238}\text{U}$

- A23** Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

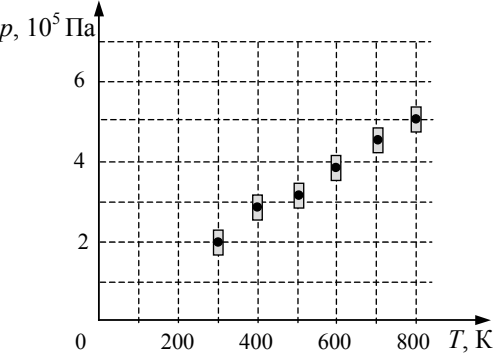
- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

- A24** Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины. Какую пару маятников можно использовать для этой цели?



- 1) A, V или Г 2) только Б 3) только В 4) только Г

A25 На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$ Па. Газ занимает сосуд объемом 5 л. Чему равно число молей газа?



- 1) 0,2 2) 0,4 3) 1,0 4) 2,0

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) объем газа	Б) давление газа	В) внутренняя энергия газа
1) увеличивается	2) уменьшается	3) не изменяется

А	Б	В

В2 Массивный шарик, подвешенный к потолку на упругой пружине, совершает вертикальные гармонические колебания. Как ведет себя модуль и каково направление векторов скорости и ускорения шарика в момент, когда шарик проходит положение равновесия, двигаясь вниз? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕКТОР	МОДУЛЬ И НАПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА
А) скорость шарика	1) достигает максимума; вверх
Б) ускорение шарика	2) достигает максимума; вниз
	3) равняется нулю

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Чему равна начальная скорость тела на этом интервале?

В4 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг и площадью $S = 25$ см². Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате нагревания газа поршень поднялся на высоту $\Delta h = 4$ см. На сколько увеличилась температура газа? Ответ в кельвинах округлите до целых.

В5 Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 4$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям с отношением радиусов $\frac{R_1}{R_2} = 2$. Определите отношение кинетических энергий $\frac{W_1}{W_2}$ этих частиц.

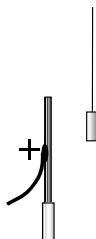
Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

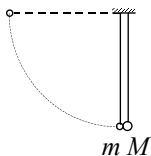
C1

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шелковой нити легкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на нее положительный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.



Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

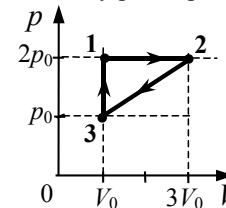
C2



Два шарика, массы которых отличаются в 3 раза, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Легкий шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Каким будет отношение кинетических энергий тяжелого и легкого шариков тотчас после их абсолютно упругого центрального удара?

C3

Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_n = 8$ кДж. Чему равна работа газа за цикл?



C4

Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6$ В, его внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Чему равна максимальная мощность тока, выделяемая на реостате?

C5

Медное кольцо, диаметр которого 20 см, а диаметр провода кольца 2 мм, расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите модуль скорости изменения магнитной индукции поля со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 10 А. Удельное сопротивление меди $\rho_{\text{Cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

C6

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{\text{кр}} = 300$ нм. Чему равна максимальная возможная скорость фотоэлектрона?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 106

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.

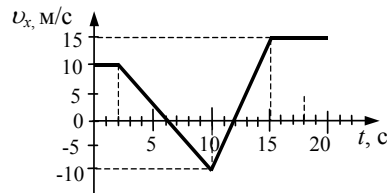
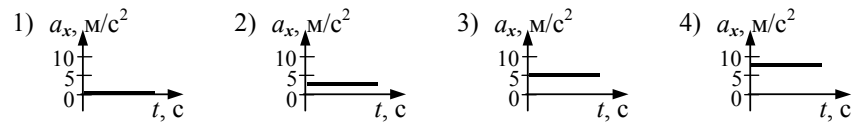


График зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 12 до 15 с совпадает с графиком



- A2** Земля и самолет, стоящий на взлетной полосе, взаимодействуют гравитационными силами. Каково соотношение между модулями сил F_1 действия Земли на самолет и F_2 действия самолета на Землю?

- 1) $F_1 < F_2$ 2) $F_1 = F_2$ 3) $F_1 \gg F_2$ 4) $F_1 > F_2$

- A3** Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_1 , под действием горизонтальной силы F . Каков коэффициент трения бруска об опору?

- 1) $\frac{F}{mg}$ 2) $\frac{2F}{mg}$ 3) $\frac{3F}{mg}$ 4) $\frac{6F}{mg}$

- A4** Две одинаковые тележки движутся в одну сторону. Скорость одной из тележек $2v$, другой v . Скорость движения тележек после их неупругого столкновения равна

- 1) v 2) $\frac{1}{3}v$ 3) $3v$ 4) $\frac{3}{2}v$

- A5** Свободно падающее с нулевой начальной скоростью тело массой 1 кг перед ударом о Землю имело кинетическую энергию 200 Дж. С какой высоты упало тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 2000 м 2) 200 м 3) 20 м 4) 2 м

- A6** Скорость тела, совершающего колебательное движение, задана уравнением: $v_x = a \cos(bt + \frac{\pi}{2})$, где $a = 5 \text{ см/с}$, $b = 3 \text{ с}^{-1}$. Чему равна амплитуда скорости?

- 1) 0,05 м/с 2) 2 м/с 3) $\frac{1}{2} \pi \text{ см/с}$ 4) 6 см/с

- A7** К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Удлинение первой пружины равно 2 см. Вторая пружина растянута на 3 см. Жесткость первой пружины $k_1 = 600 \text{ Н/м}$. Модуль силы \vec{F} равен

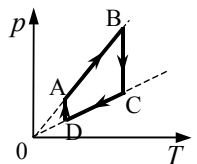
- 1) 7,2 Н 2) 12 Н 3) 18 Н 4) 30 Н

- A8** Частицы вещества находятся в среднем на таких расстояниях друг от друга, при которых силы притяжения между ними незначительны. В этом агрегатном состоянии вещество

- 1) сохраняет свою начальную форму
2) практически не сжимается
3) не сохраняет форму, но сохраняет начальный объем
4) занимает весь предоставленный объем

- A9** На рисунке приведен цикл, осуществляемый с идеальным газом. Изотермическому сжатию соответствует участок

- 1) AB
2) BC
3) CD
4) DA



A10 Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C . Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 В процессе эксперимента газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 10 кДж. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 30 кДж. Следовательно, газ сжали, совершив работу

- 1) 10 кДж
2) 20 кДж
3) 30 кДж
4) 40 кДж

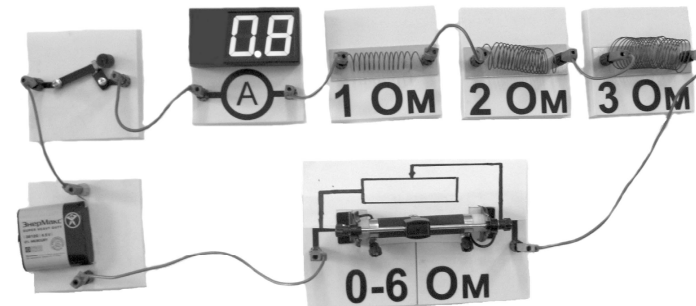
A12 В стеклянный сосуд закачивают воздух, одновременно нагревая его. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 3 раза, а его давление возросло в 5 раз. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

- 1) в 3 раза
2) в 5 раз
3) в 15 раз
4) в $\frac{5}{3}$ раза

A13 Как изменятся силы взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 4 раза, а каждый заряд увеличить в 2 раза?

- 1) увеличатся в 4 раза
2) уменьшатся в 4 раза
3) увеличатся в 2 раза
4) уменьшатся в 2 раза

A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах.



Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно резистору 2 Ом?

- 1) 0,8 В 2) 1,6 В 3) 2,4 В 4) 4,8 В

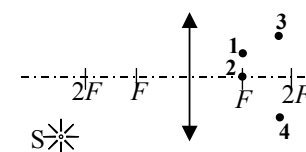
A15 Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза?

- 1) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) не изменится
4) увеличится в 4 раза

A16 Заряженная частица не излучает электромагнитных волн в вакууме при

- 1) равномерном прямолинейном движении в инерциальной системе отсчета
2) равномерном движении по окружности в инерциальной системе отсчета
3) колебательном движении в инерциальной системе отсчета
4) любом движении с ускорением в инерциальной системе отсчета

A17

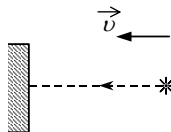


Изображением светящейся точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой, является точка

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A18

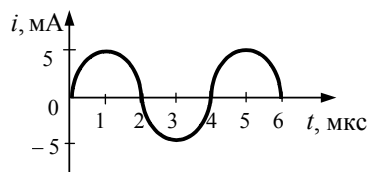
На неподвижное зеркало перпендикулярно поверхности падает свет от источника, который приближается к зеркалу со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с источником? (Свет от неподвижного источника в вакууме распространяется со скоростью c .)



- 1) $c - v$ 2) c 3) $c + v$ 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

A19

На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, состоящем из последовательно соединенных конденсатора и катушки, индуктивность которой равна $0,2$ Гн. Максимальное значение энергии магнитного поля катушки равно



- 1) $2,5 \cdot 10^{-6}$ Дж 2) $5 \cdot 10^{-6}$ Дж 3) $5 \cdot 10^{-4}$ Дж 4) 10^{-3} Дж

A20

На рисунке представлен фрагмент периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около которого указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Укажите число протонов и число нейтронов в ядрах приведенных в таблице изотопов лития.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 _{7,4}	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	5	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	21	Sc СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29 Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	30	Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31		Ga ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

- 1) число протонов одинаково и равно 3, число нейтронов равно 7 и 6
2) число протонов одинаково и равно 3, число нейтронов равно 4 и 3
3) число нейтронов одинаково и равно 3, число протонов равно 4 и 3
4) число нейтронов одинаково и равно 3, число протонов равно 7 и 6

A21

α -излучение – это поток

- 1) ядер гелия
2) протонов
3) электронов
4) фотонов

A22

Ядро $^{226}_{91}\text{Pa}$ претерпело α -распад. В результате образовались

- 1) ядро $^{226}_{92}\text{U}$ и $^0_{-1}\text{e}$
2) ядро $^{222}_{89}\text{Ac}$ и ^4_2He
3) ядро $^{226}_{91}\text{Pa}$ и квант электромагнитного излучения
4) только α -частицы и электроны

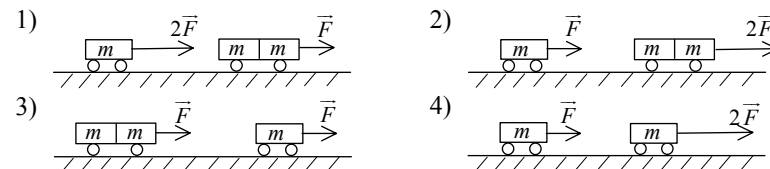
A23

Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

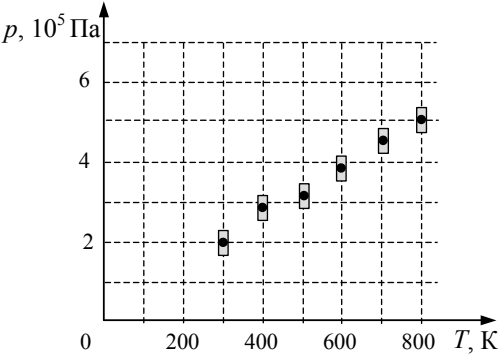
- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

A24

Тележки могут двигаться по горизонтальной плоскости практически без трения. Чтобы экспериментально обнаружить зависимость ускорения поступательно движущегося тела от его массы, нужно сравнить ускорения тележек, показанных на рисунке



A25 На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$ Па. Газ занимает сосуд объемом 5 л. Чему примерно равно число молекул газа в сосуде?



- 1) $0,6 \cdot 10^{23}$ 2) $1,2 \cdot 10^{23}$ 3) $6,0 \cdot 10^{23}$ 4) $2,4 \cdot 10^{23}$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Одноатомный идеальный газ неизменной массы в адиабатном процессе совершает работу $A > 0$. Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия газа?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) объем газа	1) увеличивается
Б) давление газа	2) уменьшается
В) внутренняя энергия газа	3) не изменяется

А	Б	В

В2 Массивный шарик, подвешенный к потолку на упругой пружине, совершает вертикальные гармонические колебания. Укажите модуль и направление векторов скорости и ускорения шарика в момент, когда шарик находится в крайнем нижнем положении. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕКТОР	МОДУЛЬ И НАПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА
А) скорость шарика	1) достигает максимума; вверх
Б) ускорение шарика	2) достигает максимума; вниз
	3) равняется нулю

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Определите путь, который осталось пройти телу до остановки.

В4 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг и площадью $S = 25$ см². Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате нагревания температура газа поднялась на $\Delta T = 16$ К. На какое расстояние поднялся поршень? Ответ в сантиметрах округлите до целых.

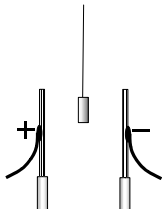
В5 Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 4$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям с отношением радиусов $\frac{R_1}{R_2} = 2$. Определите отношение скоростей $\frac{v_1}{v_2}$ этих частиц.

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

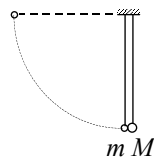


Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шелковой нити легкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластины подсоединили к клеммам высоковольтного выпрямителя, подав на них заряды разных знаков, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

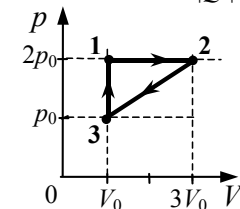
C2

Два шарика, массы которых отличаются в 3 раза, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Легкий шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости, и он абсолютно упруго сталкивается с тяжелым шариком. Какую часть кинетической энергии легкого шарика перед ударом составит кинетическая энергия тяжелого шарика тотчас после удара?



C3

Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдает за цикл холодильнику количество теплоты $|Q_x| = 8 \text{ кДж}$. Чему равна работа газа за цикл?



C4

Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$. Максимальная мощность тока P_{max} , выделяемая на реостате, достигается при промежуточном значении его сопротивления и равна $4,5 \text{ Вт}$. Чему равно внутреннее сопротивление источника?

C5

Медное кольцо, диаметр которого 20 см , а диаметр провода кольца 2 мм , расположено в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого меняется по модулю со скоростью $1,09 \text{ Тл/с}$. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Удельное сопротивление меди $\rho_{\text{Cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Чему равен возникающий в кольце индукционный ток?

C6

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{\text{кр}} = 300 \text{ нм}$. Чему равен максимальный возможный импульс фотоэлектрона?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 107

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.

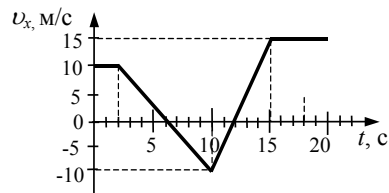


График зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 до 6 с совпадает с графиком

- 1) $a_x, \text{м/с}^2$ vs $t, \text{с}$ (constant at 5) 2) $a_x, \text{м/с}^2$ vs $t, \text{с}$ (constant at 10) 3) $a_x, \text{м/с}^2$ vs $t, \text{с}$ (constant at -10) 4) $a_x, \text{м/с}^2$ vs $t, \text{с}$ (constant at 15)

- A2** Подъемный кран поднимает груз с постоянным ускорением. На груз со стороны каната действует сила, равная $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$. На канат со стороны груза действует сила,

- 1) равная $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направленная вниз
2) меньше $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направленная вниз
3) больше $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направленная вверх
4) равная $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ и направленная вверх

- A3** Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_2 , под действием горизонтальной силы F . Каков коэффициент трения бруска об опору?

- 1) $\frac{F}{mg}$ 2) $\frac{3F}{mg}$ 3) $\frac{2F}{mg}$ 4) $\frac{F}{2mg}$

- A4** Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы величиной 5 Н импульс тела увеличился с $20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ до $30 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Для этого потребовалось время

- 1) 1 с 2) 2 с 3) 5 с 4) 10 с

- A5** Тело массой 1 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх, упало обратно. Перед ударом о землю оно имело кинетическую энергию 200 Дж. С какой начальной скоростью тело было брошено вверх? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 10 м/с 2) 20 м/с 3) 30 м/с 4) 40 м/с

- A6** Колебательное движение тела задано уравнением: $x = a \cos(bt + \frac{\pi}{2})$, где $a = 5 \text{ см}$, $b = 3 \text{ с}^{-1}$. Чему равна циклическая частота колебаний?

- 1) 5 с^{-1} 2) $\frac{\pi}{2} \text{ с}^{-1}$ 3) 3 с^{-1} 4) $\frac{5}{3} \text{ с}^{-1}$

- A7** К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} величиной 12 Н (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Удлинение первой пружины равно 2 см. Вторая пружина растянута на 3 см. Жесткость первой пружины равна

- 1) 240 Н/м 2) 400 Н/м 3) 600 Н/м 4) 1200 Н/м

- A8** Молекулы газов находятся в среднем на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, силы притяжения между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:

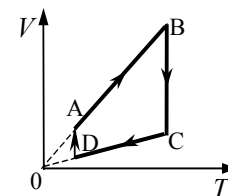
- А. они не имеют своей собственной формы,
Б. не сохраняют своего объема,
В. легко сжимаются.

Какие из утверждений правильны?

- 1) только А и Б
2) только А и В
3) только Б и В
4) А, Б, В

- A9** На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Изотермическому расширению соответствует участок

- 1) AB
2) DA
3) CD
4) BC



A10 Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C . Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 В процессе эксперимента газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Следовательно, газ расширился, совершив работу

- 1) 3 кДж
2) 10 кДж
3) 13 кДж
4) 16 кДж

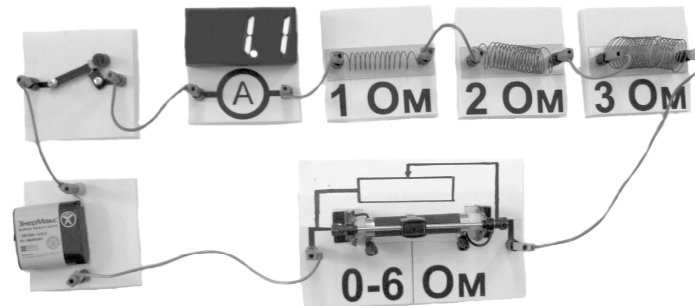
A12 Из стеклянного сосуда выпускают сжатый воздух, одновременно нагревая сосуд. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 2 раза, а его давление уменьшилось в 3 раза. Масса воздуха в сосуде уменьшилась в

- 1) 2 раза
2) 3 раза
3) 6 раз
4) 1,5 раз

A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 2 раза, а один из зарядов увеличили в 4 раза. Сила взаимодействия между ними

- 1) не изменилась
2) уменьшилась в 4 раза
3) увеличилась в 4 раза
4) увеличилась в 16 раз

A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах.



Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно резистору 3 Ом?

- 1) 1,1 В 2) 2,2 В 3) 3,3 В 4) 6,6 В

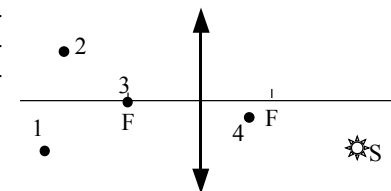
A15 Прямолинейный проводник длины L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза?

- 1) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) не изменится
4) уменьшится в 4 раза

A16 В электромагнитных волнах в воздухе происходят колебания

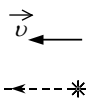
- 1) молекул воздуха
2) напряженности электрического и индукции магнитного полей
3) плотности воздуха
4) температуры воздуха

A17 Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки S в тонкой собирающей линзе?



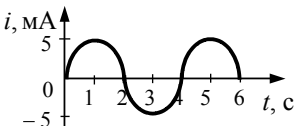
- 1) точка 1
2) точка 2
3) точка 3
4) точка 4

- A18** На неподвижное зеркало перпендикулярно поверхности падает свет от источника, который приближается к зеркалу со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом? (Свет от неподвижного источника в вакууме распространяется со скоростью c .)



- 1) $c - v$ 2) $c + v$ 3) c 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

- A19** На графике представлена зависимость силы тока от времени в колебательном контуре, состоящем из последовательно соединенных конденсатора и катушки. Какое утверждение о соотношении меняющихся в ходе колебаний величин верно для момента времени $t = 1\text{с}$?



- 1) энергия катушки максимальна, энергия конденсатора минимальна
2) энергия катушки минимальна, энергия конденсатора максимальна
3) энергия катушки равна энергии конденсатора
4) сумма энергий катушки и конденсатора минимальна

- A20** На рисунке представлен фрагмент периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около которого указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 _{7,4}	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	5	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	21	Sc СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	29	Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	30	31	Ga ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа меди равно

- 1) 36 протонов, 29 нейтронов
2) 29 протонов, 34 нейтрона
3) 31 протон, 33 нейтрона
4) 29 протонов, 63 нейтрона

- A21** β -излучение представляет собой поток
- 1) электронов
 - 2) ядер бериллия
 - 3) фотонов
 - 4) нейтронов, образующихся в цепной реакции

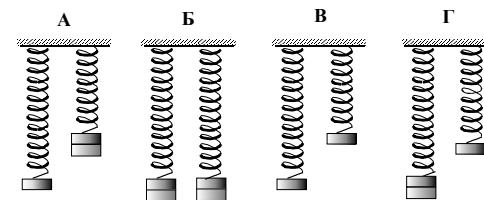
- A22** Ядро таллия $^{210}_{81}\text{Tl}$ после трех последовательных электронных β -распадов и одного α -распада превращается в ядро

- 1) свинца $^{206}_{82}\text{Pb}$
- 2) висмута $^{209}_{83}\text{Bi}$
- 3) таллия $^{204}_{81}\text{Tl}$
- 4) полония $^{209}_{84}\text{Po}$

- A23** Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж
- 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж
- 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

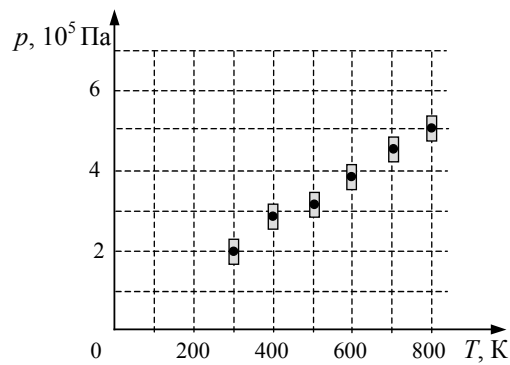
- A24** Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза. Какую пару маятников нужно использовать для этой цели, если длины недеформированных пружин одинаковы?



- 1) А и Г
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) только Г

A25

На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$ Па. Чему примерно равна концентрация молекул газа в сосуде?



- 1) $1 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{м}^3}$ 2) $5 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{м}^3}$ 3) $1 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$ 4) $5 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1

Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изобарном процессе совершает работу $A > 0$. Как меняются в этом процессе объем, температура и внутренняя энергия газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) объем газа	Б) температура газа	В) внутренняя энергия газа
1) увеличивается	2) уменьшается	3) не изменяется
А	Б	В

B2

Массивный шарик, подвешенный к потолку на упругой пружине, совершает вертикальные гармонические колебания. Укажите модуль и направление векторов скорости и ускорения шарика в момент, когда шарик проходит положение равновесия, двигаясь вверх. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕКТОР		МОДУЛЬ И НАПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА
А) скорость шарика	Б) ускорение шарика	1) достигает максимума; вверх
		2) достигает максимума; вниз
		3) равняется нулю
А	Б	

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3

За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите конечную скорость тела.

B4

Идеальный одноатомный газ находится в равновесии в вертикальном цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг и площадью $S = 25 \text{ см}^2$. Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует. Внешнее атмосферное давление равно $p_0 = 10^5$ Па. В результате нагревания газа поршень поднялся на высоту $\Delta h = 4$ см, а температура газа поднялась на $\Delta T = 16$ К. Найдите число молей газа под поршнем. Ответ округлите до сотых долей.

B5

Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 1$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение периодов обращения этих частиц $\frac{T_1}{T_2}$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

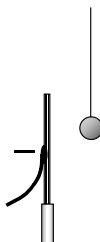
Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

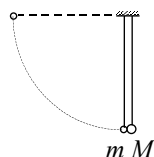
Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шелковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на нее отрицательный заряд, шарик пришёл в движение. Опишите движение шарика и объясните его.



Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

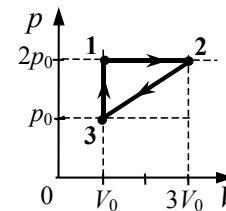
C2

Два шарика, массы которых отличаются в 3 раза, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Легкий шарик отклоняют на угол 90° , отпускают без начальной скорости, и он абсолютно упруго сталкивается с тяжелым шариком. Какую часть кинетической энергии легкого шарика перед ударом составит его кинетическая энергия тотчас после удара?



C3

Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{\text{ц}} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



C4

Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. Внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{max} , выделяемая на реостате, равна 4,5 Вт. Чему равна ЭДС источника?

C5

Медное кольцо из провода диаметром 2 мм расположено в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого меняется по модулю со скоростью 1,09 Тл/с. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Чему равен диаметр кольца, если возникающий в нем индукционный ток равен 10 А? Удельное сопротивление меди $\rho_{\text{Cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

C6

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимальная возможная скорость фотоэлектрона?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 109

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3 – В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

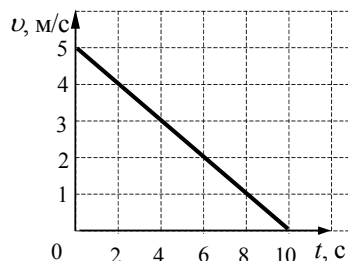
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в три раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз большую скорость разовьет мотоциклист за то же время?

1) в 1,5 раза 2) в $\sqrt{3}$ раза 3) в 3 раза 4) в 9 раз

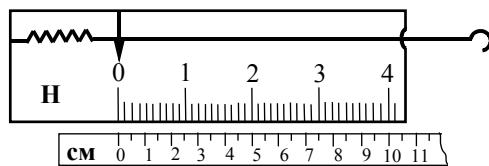
- A2** Зависимость скорости прямолинейного движения поезда массой $2 \cdot 10^6$ кг от времени представлена на графике. Определите модуль равнодействующей всех сил, действующих на поезд.

1) $6 \cdot 10^6$ Н
2) $5 \cdot 10^6$ Н
3) $2 \cdot 10^6$ Н
4) 10^6 Н



- A3** На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Каким будет растяжение пружины динамометра, если к ней подвесить груз 300 г?

1) 5 см 2) 2,5 см 3) 3,5 см 4) 7,5 см



- A4** Два мальчика, стоящих на льду на коньках, оттолкнулись друг от друга и разъехались со скоростями $v_1 = 0,5$ м/с и $v_2 = 0,6$ м/с. Каково отношение $\frac{m_1}{m_2}$ масс мальчиков? Трением пренебречь.

1) $\frac{5}{6}$ 2) $\frac{6}{5}$ 3) $\frac{5}{11}$ 4) $\frac{6}{11}$

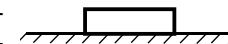
- A5** Лебедка равномерно поднимает груз массой 200 кг на высоту 3 м за 5 с. Какова мощность лебедки?

1) 120 Вт 2) 3000 Вт 3) 333 Вт 4) 1200 Вт

- A6** Как изменится период малых колебаний математического маятника, если его длину уменьшить в 4 раза?

1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) уменьшится в 2 раза

- A7** Алюминиевый брусок массой 3 кг лежит на стальной горизонтальной плите (см. рисунок). Коэффициент трения алюминия о сталь равен 0,61. Если на брусок подействовать в горизонтальном направлении силой, равной 17 Н, то брусок



1) не сдвинется с места
2) начнет двигаться равномерно
3) начнет двигаться с ускорением $0,43$ м/с²
4) начнет двигаться с ускорением $5,7$ м/с²

- A8** При неизменной концентрации молекул гелия их средняя кинетическая энергия теплового движения увеличилась в 4 раза. При этом давление газа

1) увеличилось в 16 раз
2) увеличилось в 4 раза
3) увеличилось в 2 раза
4) не изменилось

- A9** Удельная теплота парообразования воды равна $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Это означает, что для испарения

1) любой массы воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж
2) 1 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж
3) 2,3 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты 10^6 Дж
4) 1 кг воды при любой температуре необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж

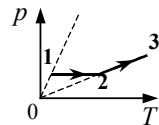
A10 Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C . Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 Идеальный газ при адиабатном расширении совершил работу 100 Дж. Как изменилась его внутренняя энергия?

- 1) увеличилась на 100 Дж
2) не изменилась
3) уменьшилась на 100 Дж
4) уменьшилась на 50 Дж

A12 На pT -диаграмме представлена зависимость давления идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется объем в процессе 1–2–3?

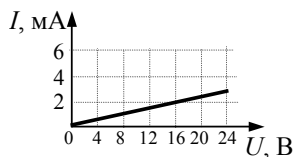


- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
3) на участке 1–2 увеличивается, на участке 2–3 остается неизменным
4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, а один из зарядов уменьшили в 3 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

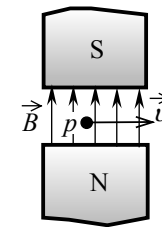
- 1) не изменилась
2) уменьшилась в 3 раза
3) увеличилась в 3 раза
4) уменьшилась в 27 раз

A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



- 1) 0,125 кОм 2) 1,25 кОм 3) 0,8 кОм 4) 8 кОм

A15 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленного вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

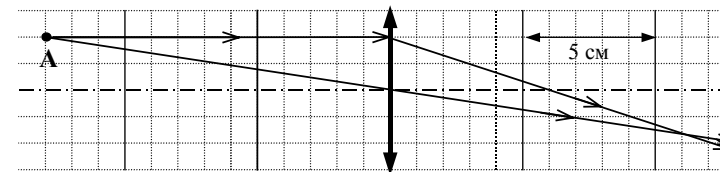


- 1) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
2) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
3) от нас перпендикулярно плоскости рисунка \otimes
4) к нам перпендикулярно плоскости рисунка \odot

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Если емкость конденсатора и индуктивность катушки уменьшить в 2 раза, то период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре

- 1) увеличится в 2 раза
2) не изменится
3) уменьшится в 2 раза
4) уменьшится в 4 раза

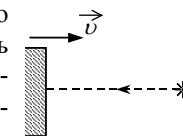
A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Оптическая сила линзы приблизительно равна

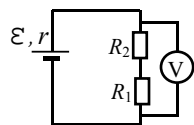
- 1) 17 дптр 2) 10 дптр 3) 8 дптр 4) – 8 дптр

A18 Свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c и падает перпендикулярно на поверхность зеркала, которое приближается к источнику со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом?



- 1) $c - v$ 2) c 3) $c + v$ 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

A19



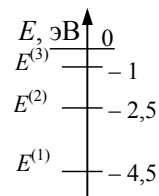
В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 8 В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает вольтметр с бесконечно большим сопротивлением?

- 1) 2 В 2) 4 В 3) 6 В 4) 8 В

A20

На рисунке показана схема энергетических уровней атома. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Фотоны какой энергии может испускать атом?

- 1) только 2 эВ
2) только 2,5 эВ
3) любой, но меньшей 2,5 эВ
4) любой в пределах от 2,5 до 4,5 эВ



A21

Ядро аргона $^{40}_{18}\text{Ar}$ содержит

- 1) 18 протонов и 40 нейтронов
2) 18 протонов и 22 нейтрона
3) 40 протонов и 22 нейтрона
4) 40 протонов и 18 нейтронов

A22

Радиоактивный изотоп натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ превращается в изотоп магния $^{22}_{12}\text{Mg}$ в результате

- 1) β -распада
2) α -распада
3) излучения γ -кванта
4) α -распада и излучения γ -кванта

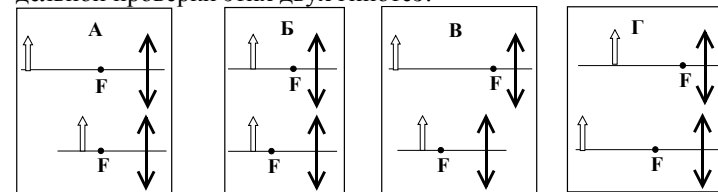
A23

Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

A24

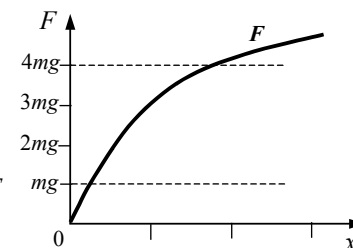
Были выдвинуты гипотезы, что размер изображения предмета, создаваемого линзой, зависит от оптической силы линзы и от расстояния между линзой и предметом. Какие две пары опытов нужно провести для раздельной проверки этих двух гипотез?



- 1) А и Б 2) А и В 3) Б и В 4) В и Г

A25

Период малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резиновом жгуте, равен T_0 . Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте – T удовлетворяет соотношению



- 1) $T > 2T_0$ 2) $T = 2T_0$ 3) $T = T_0$ 4) $T < 0,5T_0$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией частицы при увеличении скорости движения?
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) радиус орбиты		1) увеличится
Б) период обращения		2) уменьшится
В) кинетическая энергия		3) не изменится

А	Б	В

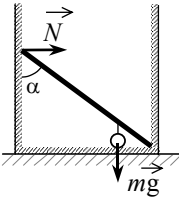
В2 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ		ПРИБОР
А) Излучение ускоренных электронов		1) Рентгеновская трубка
Б) Тепловое излучение		2) Дифракционная решетка
		3) Прибор ночного видения (тепловизор)
		4) Призма

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Невесомый стержень длиной 4 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 1 м от его правого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль силы упругости N , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



В4 Идеальный газ находится в состоянии с температурой 270 К при давлении 30 кПа. Давление газа изохорно уменьшают на $\Delta p = 5$ кПа. Определите, насколько уменьшится температура газа в этом процессе, если его масса постоянна.

В5 В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	–1,42	–2	–1,42	0	1,42	2	1,42

Вычислите по этим данным максимальное значение силы тока в катушке. Ответ выразите в мА, округлив его до десятых.

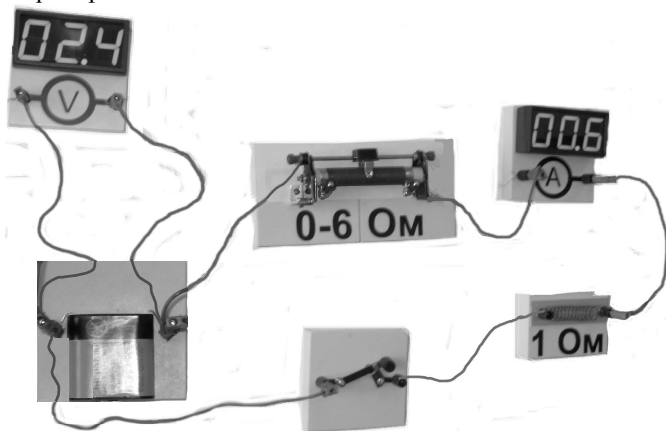
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1 На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

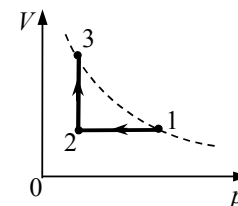


Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи, и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2 Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 200 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два одинаковых осколка. Первый упал на Землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда. До какой максимальной высоты поднялся второй осколок? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- C3 Один моль идеального одноатомного газа сначала охладил, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 – 2?



- C4 Резисторы поочередно подключают к источнику постоянного тока. Сопротивления резисторов равны соответственно 3 Ом и 12 Ом. Мощность тока в резисторах одинакова. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

- C5 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня с пятикратным увеличением. Стержень расположен перпендикулярно главной оптической оси, и плоскость экрана также перпендикулярна этой оси. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем, при неизменном положении линзы, передвинули стержень так, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. Определите фокусное расстояние линзы.

- C6 Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За какое время температура контейнера повышается на 1 К, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 110

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

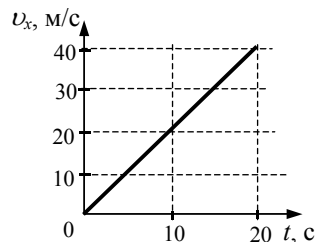
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Автомобиль разгоняется с места до скорости 30 м/с за 4 с. С каким ускорением движется автомобиль?

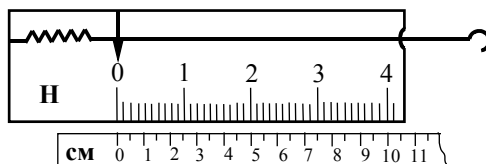
- 1) 4 м/с² 2) 7,5 м/с² 3) 30 м/с² 4) 60 м/с²

A2 Скорость тела массой 3 кг, движущегося вдоль оси Oх в инерциальной системе отсчета, изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Сила, действующая на тело в момент времени $t = 10$ с, равна

- 1) 1,5 Н
2) 6 Н
3) 30 Н
4) 60 Н



A3 На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Какой должна быть масса груза, подвешенного к пружине, чтобы она растянулась на 2,5 см?



- 1) 100 г 2) 10 г 3) 250 г 4) 25 г

A4 Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

- 1) 0,1 м/с 2) 0,15 м/с 3) 0,3 м/с 4) 3 м/с

A5 Подъемный кран поднимает груз массой 2 т на высоту 10 м. За какое время поднимается груз, если мощность двигателя крана 10 кВт? Потери энергии незначительны.

- 1) 0,5 с 2) 2 с 3) 5 с 4) 20 с

A6 Если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4 раза, то период малых колебаний маятника

- 1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 2 раза
4) уменьшится в 4 раза

A7 На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 20 Н. При этом ящик

- 1) останется в покое
2) будет двигаться равномерно
3) будет двигаться с ускорением 1,5 м/с²
4) будет двигаться с ускорением 1 м/с²

A8 Как изменится давление идеального газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул газа уменьшить в 2 раза и концентрацию молекул газа уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) не изменится

A9 Температура кипения воды в чайнике существенно зависит от

- 1) мощности нагревателя
2) атмосферного давления
3) вещества сосуда, в котором нагревается вода
4) начальной температуры воды

A10 Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C. Какое количество теплоты отдала деталь?

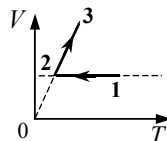
- 1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 Какое количество теплоты получено газом, если его внутренняя энергия увеличилась на 400 Дж, и газ совершил работу 300 Дж?

- 1) 100 Дж 2) 300 Дж 3) 400 Дж 4) 700 Дж

A12 На VT -диаграмме представлена зависимость объема идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется давление в процессе 1–2–3?

- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остается неизменным
4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

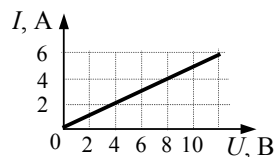


A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, при этом один из зарядов увеличили в 3 раза. Сила взаимодействия между ними

- 1) не изменилась
2) уменьшилась в 27 раз
3) увеличилась в 3 раза
4) уменьшилась в 3 раза

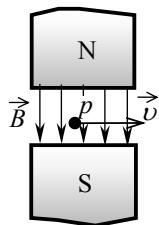
A14 На рисунке изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 0,5 Ом 2) 2 Ом 3) 0,5 кОм 4) 2 кОм



A15 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

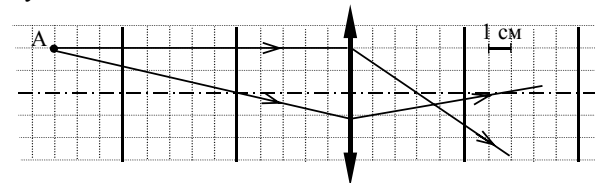
- 1) к нам из-за плоскости рисунка \odot
2) от нас перпендикулярно плоскости рисунка \otimes
3) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
4) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow



A16 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если и емкость конденсатора, и индуктивность катушки увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится
2) увеличится в 4 раза
3) уменьшится в 2 раза
4) увеличится в 2 раза

A17 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.

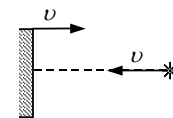


Какова приблизительно оптическая сила линзы, если одна клетка на рисунке соответствует одному сантиметру?

- 1) 33 дптр 2) 27 дптр 3) 20 дптр 4) 14 дптр

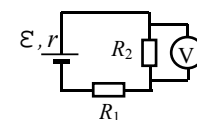
A18 В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Если источник света и зеркало движутся навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями v , то скорость отраженного света в инерциальной системе, связанной с источником, равна

- 1) $c - 2v$ 2) c 3) $c + 2v$ 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$



A19 В схеме, изображенной на рисунке, идеальный вольтметр показывает напряжение $U = 2$ В. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = 2$ Ом и $R_2 = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?

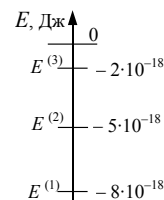
- 1) 1 В 2) 5 В 3) 3 В 4) 8 В



A20

На рисунке изображена схема возможных значений энергии атомов разреженного газа. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(3)}$. Возможно испускание газом фотонов с энергией

- 1) только $2 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 2) только $3 \cdot 10^{-18}$ и $6 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) только $2 \cdot 10^{-18}$, $5 \cdot 10^{-18}$ и $8 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 4) любой от $2 \cdot 10^{-18}$ до $8 \cdot 10^{-18}$ Дж



A21

Ядро фермия ${}_{100}^{250}\text{Fm}$ состоит из

- 1) 100 протонов и 150 нейтронов
- 2) 250 протонов и 150 электронов
- 3) 100 протонов и 250 нейтронов
- 4) 250 нейтронов и 100 электронов

A22

Какая частица X образуется в ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + \gamma \longrightarrow {}^8_4\text{Be} + X$?

- 1) ${}_0^1\text{n}$
- 2) ${}_{-1}^0\text{e}$
- 3) ${}_1^1\text{H}$
- 4) ${}_2^4\text{He}$

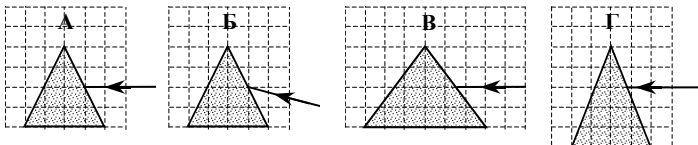
A23

Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж
- 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж
- 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

A24

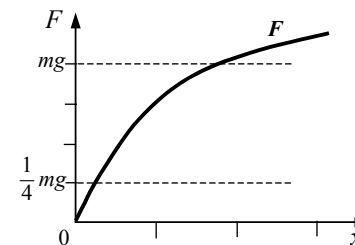
Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



- 1) А и Б
- 2) Б и В
- 3) Б и Г
- 4) В и Г

A25

Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резиновом жгуте, равен T_0 . Период малых вертикальных колебаний груза массой $\frac{1}{4}m$ на этом жгуте равен T . Какое соотношение верно?



- 1) $T = T_0$
- 2) $T = 2T_0$
- 3) $T > 2T_0$
- 4) $T < 0,5T_0$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией частицы при увеличении заряда частицы, если ее скорость не изменится?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) радиус орбиты		1) увеличится
Б) период обращения		2) уменьшится
В) кинетическая энергия		3) не изменится
А	Б	В

- B2** Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

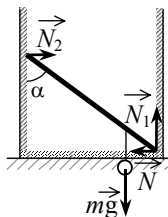
- А) Линейчатый спектр
Б) Тепловое излучение

ПРИБОР

- 1) Вакуумный фотоэлемент
2) Призмный спектроскоп
3) Прибор ночного видения (тепловизор)
4) Счетчик Гейгера

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3

Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его правого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль горизонтальной составляющей силы упругости N , действующей на нижний конец стержня?

B4

Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а давление – в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа по шкале Кельвина.

B5

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	–1,42	–2	–1,42	0	1,42	2	1,42

Какова энергия магнитного поля катушки в момент времени $5 \cdot 10^{-6}$ с, если емкость конденсатора равна 50 пФ? Ответ выразите в наноджоулях (нДж) и округлите до целых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

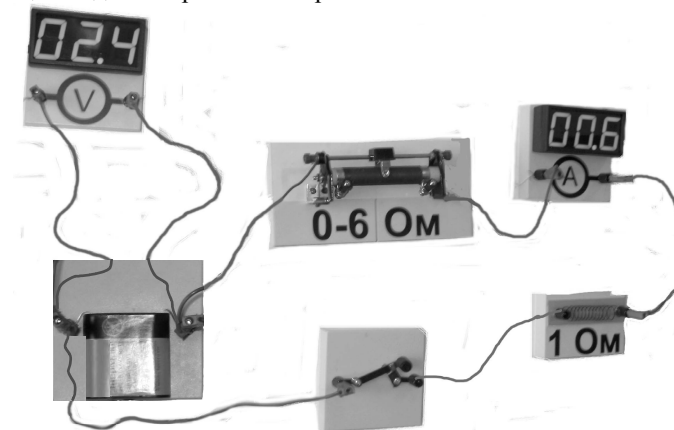
Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

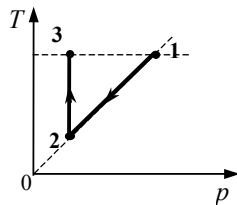
На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (уменьшится или увеличится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



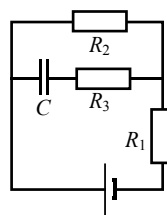
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** Начальная скорость снаряда, выпущенного вертикально вверх, равна 200 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый осколок массой m_1 упал на Землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда. Второй осколок массой m_2 поднялся до высоты 4 км. Чему равно отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих осколков? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- C3** Один моль идеального одноатомного газа сначала охладил, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 – 2?



- C4** Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на левой обкладке конденсатора?



- C5** На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня, расположенного перпендикулярно главной оптической оси, с пятикратным увеличением. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули стержень, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получилось изображение с трехкратным увеличением. На сколько пришлось передвинуть стержень относительно его первоначального положения?

C6

Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За 30 мин температура контейнера повышается на 1,3 К. Найдите энергию α -частицы, считая, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 112

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

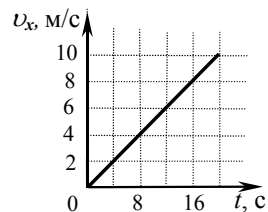
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Велосипедист спускается с горки, двигаясь прямолинейно и равноускоренно. Время спуска равно 10 с. Ускорение велосипедиста равно $0,5 \text{ м/с}^2$. За время спуска скорость велосипедиста изменилась на

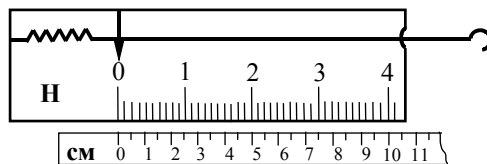
1) 20 м/с 2) 5 м/с 3) 2 м/с 4) 0,05 м/с

- A2** Скорость автомобиля массой 1000 кг, движущегося вдоль оси Ox , изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Систему отсчета считать инерциальной. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна



1) 500 Н 2) 1000 Н 3) 10000 Н 4) 20000 Н

- A3** На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Каким будет растяжение пружины динамометра, если к ней подвесить груз 100 г?



1) 5 см 2) 2,5 см 3) 3,5 см 4) 3,75 см

- A4** Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинки при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

1) 0,1 м/с 2) 0,15 м/с 3) 0,3 м/с 4) 3 м/с

- A5** Парашютист массой 75 кг равномерно опускается на парашюте со скоростью 4 м/с. Какова мощность силы тяжести, действующей на парашютиста?

1) 187,5 Вт 2) 300 Вт 3) 600 Вт 4) 3000 Вт

- A6** Как изменится период малых колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?

1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) уменьшится в 2 раза

- A7** На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 15 Н. При этом ящик

1) останется в покое
2) будет двигаться равномерно
3) будет двигаться с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$
4) будет двигаться с ускорением 1 м/с^2

- A8** При неизменной концентрации частиц абсолютная температура разреженного газа была увеличена в 4 раза. Давление газа при этом

1) увеличилось в 4 раза
2) увеличилось в 2 раза
3) уменьшилось в 4 раза
4) не изменилось

- A9** Твердое вещество медленно нагревалось в калориметре при постоянном притоке тепла. В таблице приведены результаты измерений его температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °C	72	77	80	80	80	81	88	95

В калориметре через 7 мин после начала измерений вещество находилось

1) и в жидком, и в твердом состояниях
2) только в твердом состоянии
3) только в жидком состоянии
4) и в жидком, и в газообразном состояниях

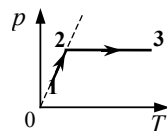
- A10** Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C . Какое количество теплоты отдала деталь?

1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 Идеальному газу передали изохорно количество теплоты 300 Дж. Как изменилась его внутренняя энергия в этом процессе?

- 1) увеличилась на 300 Дж
- 2) уменьшилась на 300 Дж
- 3) увеличилась на 600 Дж
- 4) уменьшилась на 600 Дж

A12 На pT -диаграмме представлена зависимость давления идеального газа постоянной массы от его температуры. Как изменяется объем в процессе 1–2–3?

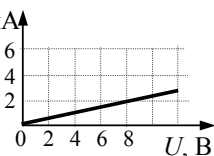


- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
- 2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
- 3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остается неизменным
- 4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, величину одного из зарядов также уменьшили в 3 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

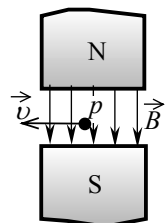
- 1) не изменилась
- 2) уменьшилась в 3 раза
- 3) увеличилась в 3 раза
- 4) уменьшилась в 27 раз

A14 На рисунке изображен график зависимости I , мА силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



- 1) 0,25 кОм
- 2) 2 кОм
- 3) 4 кОм
- 4) 8 кОм

A15 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

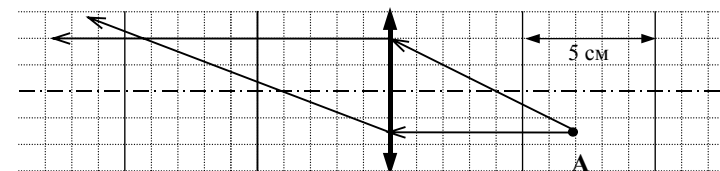


- 1) от наблюдателя \otimes
- 2) к наблюдателю \odot
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) горизонтально влево \leftarrow

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Если емкость конденсатора уменьшить в 2 раза, а индуктивность катушки в 2 раза увеличить, то период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре

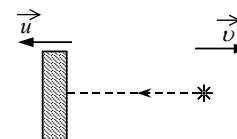
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 2 раза

A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?



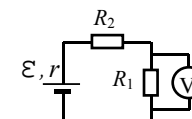
- 1) 10,5 дптр
- 2) 14,3 дптр
- 3) – 25,0 дптр
- 4) 25,0 дптр

A18 В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Источник света движется в этой системе со скоростью v , а зеркало – со скоростью u в противоположную сторону. С какой скоростью распространяется свет, отраженный от зеркала?



- 1) $c - v$
- 2) $c + v + u$
- 3) $c + v$
- 4) c

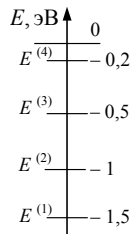
A19 В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



- 1) 5 В
- 2) 8 В
- 3) 3 В
- 4) 4 В

A20 На рисунке показана схема энергетических уровней атома. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(3)}$. Согласно постулатам Бора, атомы могут излучать фотоны с энергией

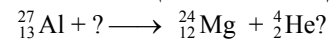
- 1) 0,3 эВ и любой, большей или равной 0,5 эВ
- 2) только 0,3 и 0,5 эВ
- 3) только 0,5 и 1,0 эВ
- 4) от 0,5 до 1,5 эВ



A21 Ядро криптона $^{72}_{36}\text{Kr}$ содержит

- 1) 36 протонов, 72 нейтрона
- 2) 72 протона, 36 нейтронов
- 3) 36 протонов, 108 нейтронов
- 4) 36 протонов, 36 нейтронов

A22 Какая частица вызывает следующую ядерную реакцию:

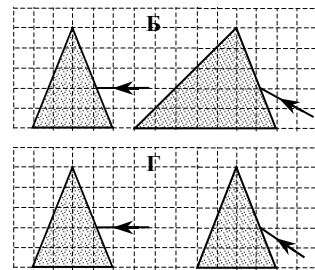
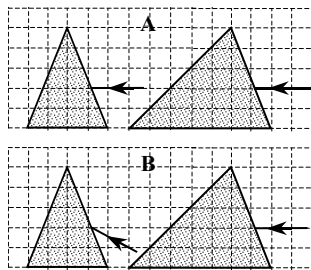


- 1) ^4_2He
- 2) ^1_0n
- 3) ^1_1H
- 4) γ

A23 Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

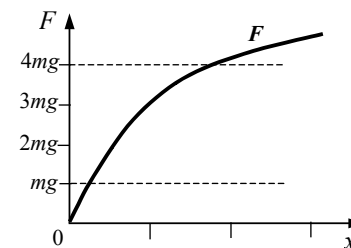
- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж
- 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж
- 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

A24 Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Были выдвинуты гипотезы, что ширина спектра на экране за призмой зависит от угла при вершине призмы и от угла падения пучка на грань призмы. Какие две пары опытов необходимо провести для раздельной проверки этих двух гипотез?



- 1) А и Б
- 2) А и Г
- 3) Б и В
- 4) В и Г

A25 Частота малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резино-вом жгуте, равна ν_0 . Зависимость силы упругости резинового жгута F от удли-нения x изображена на графике. Частота малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте ν удовлетво-ряет соотношению



- 1) $\nu = \nu_0$
- 2) $\nu = 2\nu_0$
- 3) $\nu > 2\nu_0$
- 4) $\nu < 0,5\nu_0$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность сле-дует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем пе-ренести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что про-изойдет со скоростью этой частицы, радиусом ее орбиты и периодом об-ращения в данном поле при увеличении ее кинетической энергии? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) радиус орбиты	1) увеличится
Б) период обращения	2) уменьшится
В) скорость	3) не изменится

А	Б	В

- B2** Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- А) Ионизация газа
Б) Фотоэффект

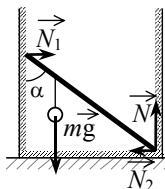
ПРИБОР

- 1) Вакуумный фотоэлемент
2) Дифракционная решетка
3) Счетчик Гейгера
4) Лупа

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- B3** Невесомый стержень длиной 4 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 1 м от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль вертикальной составляющей силы упругости N , действующей на нижний конец стержня со стороны ящика?



- B4** Идеальный газ расширяют изотермически так, что объем газа изменяется в 1,4 раза, а давление – на $\Delta p = 80$ кПа. Масса газа постоянна. Найдите начальное давление газа. Ответ выразите в килопаскалях.

- B5** В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в идеальном колебательном контуре с течением времени при свободных колебаниях.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-6}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Вычислите индуктивность катушки контура, если емкость конденсатора равна 50 пФ. Ответ выразите в миллигенри (мГн) и округлите до целых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

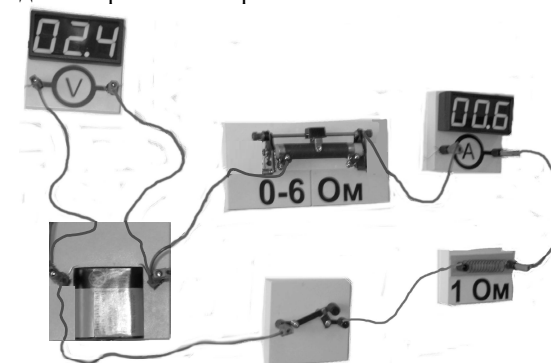
Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1** На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

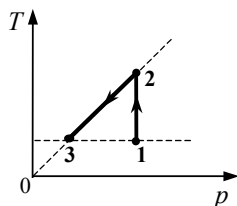
Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи, и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (уменьшится или увеличится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



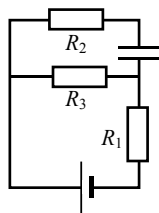
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- С2** Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй в этом же месте – через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- С3** Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1 – 2?



- С4** Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на верхней обкладке конденсатора?



- С5** На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня с пятикратным увеличением. Стержень и плоскость экрана перпендикулярны главной оптической оси линзы. Стержень передвинули на 2 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. Определите фокусное расстояние линзы.

С6

Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. На сколько повысилась температура контейнера за 1 ч, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 117

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3 – В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

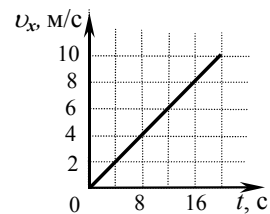
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в три раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз большую скорость разовьет мотоциклист за то же время?

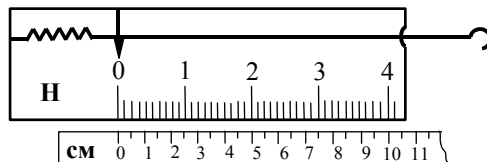
1) в 1,5 раза 2) в $\sqrt{3}$ раза 3) в 3 раза 4) в 9 раз

- A2** Скорость автомобиля массой 1000 кг, движущегося вдоль оси Ox , изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Систему отсчета считать инерциальной. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна



1) 500 Н 2) 1000 Н 3) 10000 Н 4) 20000 Н

- A3** На рисунке изображен лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Каким будет растяжение пружины динамометра, если к ней подвесить груз 100 г?



1) 5 см 2) 2,5 см 3) 3,5 см 4) 3,75 см

- A4** Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость охотника после выстрела 0,15 м/с. Какова скорость пули при выстреле из ружья?

1) 240 м/с 2) 360 м/с 3) 300 м/с 4) 840 м/с

- A5** Человек тянет брусок массой 1 кг по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью, действуя на него в горизонтальном направлении. Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,1$. Скорость движения бруска 1 м/с. Какую мощность развивает человек, перемещая груз?

1) 0,1 Вт 2) 10 Вт 3) 0 Вт 4) 1 Вт

- A6** Если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4 раза, то период малых колебаний маятника

1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 2 раза
4) уменьшится в 4 раза

- A7** На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 20 Н. При этом ящик

1) останется в покое
2) будет двигаться равномерно
3) будет двигаться с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$
4) будет двигаться с ускорением 1 м/с^2

- A8** При неизменной концентрации молекул гелия их средняя кинетическая энергия теплового движения увеличилась в 4 раза. При этом давление газа

1) увеличилось в 16 раз
2) увеличилось в 4 раза
3) увеличилось в 2 раза
4) не изменилось

- A9** Удельная теплота парообразования воды равна $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$. Это означает, что для испарения

1) любой массы воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$
2) 1 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$
3) 2,3 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты 10^6 Дж
4) 1 кг воды при любой температуре необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$

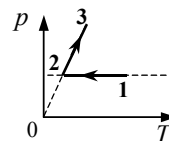
A10 Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C . Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11 Идеальному газу передали изохорно количество теплоты 300 Дж. Как изменилась его внутренняя энергия в этом процессе?

- 1) увеличилась на 300 Дж
2) уменьшилась на 300 Дж
3) увеличилась на 600 Дж
4) уменьшилась на 600 Дж

A12 На pT -диаграмме представлена зависимость давления идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется объем в процессе 1–2–3?

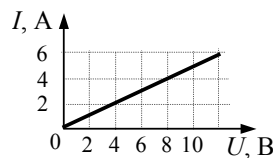


- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остается неизменным
4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, а один из зарядов уменьшили в 3 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

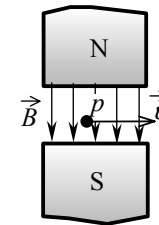
- 1) не изменилась
2) уменьшилась в 3 раза
3) увеличилась в 3 раза
4) уменьшилась в 27 раз

A14 На рисунке изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



- 1) 0,5 Ом 2) 2 Ом 3) 0,5 кОм 4) 2 кОм

A15 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

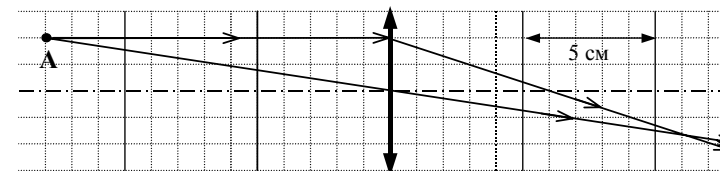


- 1) к нам из-за плоскости рисунка \odot
2) от нас перпендикулярно плоскости рисунка \otimes
3) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
4) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow

A16 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Если емкость конденсатора и индуктивность катушки уменьшить в 2 раза, то период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре

- 1) увеличится в 2 раза
2) не изменится
3) уменьшится в 2 раза
4) уменьшится в 4 раза

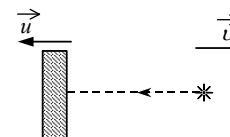
A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Оптическая сила линзы приблизительно равна

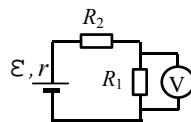
- 1) 17 дптр 2) 10 дптр 3) 8 дптр 4) – 8 дптр

A18 В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Источник света движется в этой системе со скоростью v , а зеркало – со скоростью u в противоположную сторону. С какой скоростью распространяется свет, отраженный от зеркала?



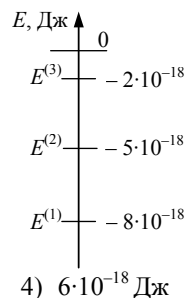
- 1) $c - v$ 2) $c + v + u$ 3) $c + v$ 4) c

A19 В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



- 1) 5 В 2) 8 В 3) 3 В 4) 4 В

A20 На рисунке изображена схема энергетических уровней атома. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Согласно постулатам Бора, данный атом может излучать фотоны с энергией



- 1) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж 2) $3 \cdot 10^{-18}$ Дж 3) $5 \cdot 10^{-18}$ Дж 4) $6 \cdot 10^{-18}$ Дж

A21 Ядро цинка $^{65}_{30}\text{Zn}$ состоит из

- 1) 65 нейтронов и 30 протонов
2) 30 протонов и 35 нейтронов
3) 35 электронов и 65 протонов
4) 65 протонов и 30 нейтронов

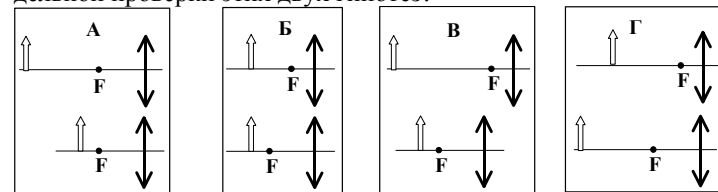
A22 Какая частица X образуется в ядерной реакции $^9_4\text{Be} + \gamma \longrightarrow ^8_4\text{Be} + X$?

- 1) ^1_0n 2) $^0_{-1}\text{e}$ 3) ^1_1H 4) ^4_2He

A23 Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7}$ м, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

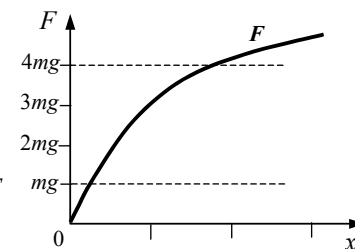
- 1) $3 \cdot 10^{-10}$ Дж 2) $1 \cdot 10^{-18}$ Дж 3) $1,3 \cdot 10^{-26}$ Дж 4) $3 \cdot 10^{-26}$ Дж

A24 Были выдвинуты гипотезы, что размер изображения предмета, создаваемого линзой, зависит от оптической силы линзы и от расстояния между линзой и предметом. Какие две пары опытов нужно провести для раздельной проверки этих двух гипотез?



- 1) А и Б 2) А и В 3) Б и В 4) В и Г

A25 Период малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резиновом жгуте, равен T_0 . Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте — T удовлетворяет соотношению



- 1) $T > 2T_0$ 2) $T = 2T_0$ 3) $T = T_0$ 4) $T < 0,5T_0$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией частицы при увеличении скорости движения?
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) радиус орбиты	1) увеличится
Б) период обращения	2) уменьшится
В) кинетическая энергия	3) не изменится

А	Б	В

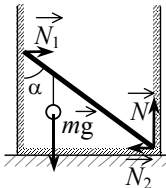
В2 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ПРИБОР
А) Ионизация газа	1) Вакуумный фотоэлемент
Б) Фотоэффект	2) Дифракционная решетка
	3) Счетчик Гейгера
	4) Лупа

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Невесомый стержень длиной 4 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 1 м от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль вертикальной составляющей силы упругости N , действующей на нижний конец стержня со стороны ящика?



В4 Постоянную массу идеального газа изобарно сжимают из состояния с температурой 360 К так, что объем газа изменяется в 1,2 раза. Насколько изменится температура газа в этом процессе?

В5 В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в идеальном колебательном контуре с течением времени при свободных колебаниях.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$q, 10^{-6} \text{ Кл}$	0	2,13	3	2,13	0	-2,13	-3	-2,13	0	2,13

Вычислите индуктивность катушки, если емкость конденсатора равна 100 пФ. Ответ выразите в миллигенри (мГн), округлив его до целых.

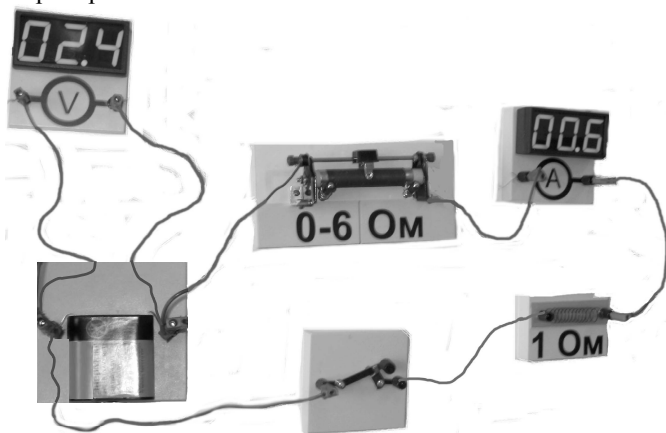
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1** На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.



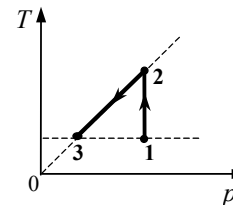
Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи, и, используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

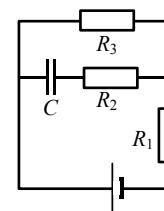
- C2** Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй в этом же месте – через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

C3

Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1 – 2?



C4



Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Чему равно напряжение между обкладками конденсатора?

C5

На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня с пятикратным увеличением. Стержень и плоскость экрана перпендикулярны главной оптической оси линзы. Стержень передвинули на 2 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули экран, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько пришлось передвинуть экран относительно его первоначального положения?

C6

Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За 30 мин температура контейнера повышается на 1,3 К. Найдите энергию α -частицы, считая, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 133

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

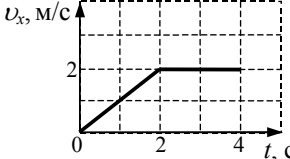
Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

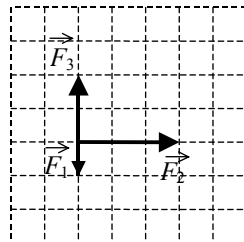
Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?
- 
- 1) 6 м
 - 2) 8 м
 - 3) 4 м
 - 4) 5 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н?



- 1) $\sqrt{10}$ Н
- 2) 6 Н
- 3) 4 Н
- 4) $\sqrt{13}$ Н

- A3** Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?

- 1) 3,5 Н
- 2) 4 Н
- 3) 4,5 Н
- 4) 5 Н

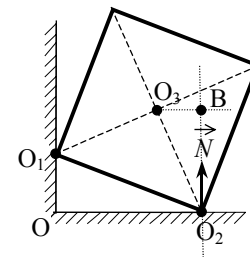
- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на 6 кг·м/с. Каков модуль силы?

- 1) 0,5 Н
- 2) 2 Н
- 3) 9 Н
- 4) 18 Н

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жесткость пружины вдвое уменьшить?

- 1) 4 с
- 2) 8 с
- 3) 2 с
- 4) 6 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) 0
- 2) O_2O_3
- 3) O_2B
- 4) O_3B

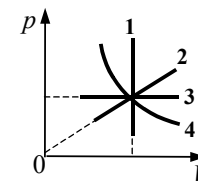
- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 12,5 м/с
- 4) 15 м/с

- A8** Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?

- 1) 100 К
- 2) 173 К
- 3) 273 К
- 4) 373 К

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?



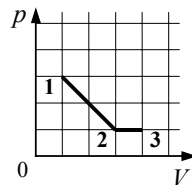
- 1) адиабату
- 2) изотерму
- 3) изобару
- 4) изохору

- A10** Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C. Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж
- 2) 2,56 кДж
- 3) 128 Дж
- 4) 1,28 кДж

A11

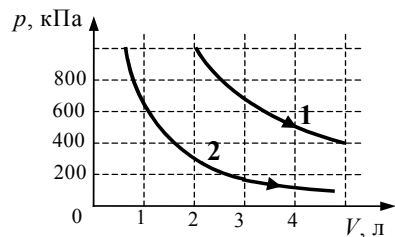
На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



- 1) 6 2) 2 3) 3 4) 4

A12

На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. Судя по графикам,



- 1) оба процесса идут при одной и той же температуре
- 2) в процессе 1 газ начал расширяться позже, чем в процессе 2
- 3) процесс 1 идет при более высокой температуре
- 4) процесс 2 идет при более высокой температуре

A13

$-q$ $+q$
 $+2q$

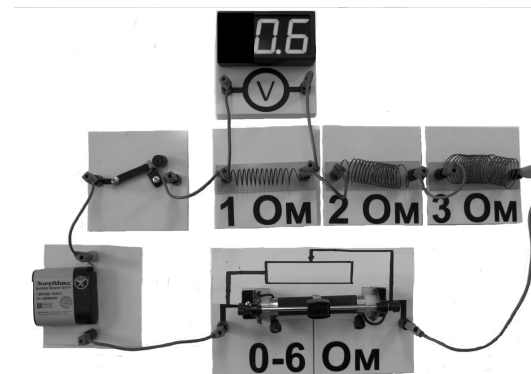
Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $2q$, помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?

$$-q \bullet \qquad \bullet + q$$

- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

A14

На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



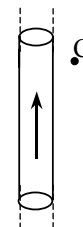
Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 2 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 B 2) 0,6 B 3) 1,2 B 4) 1,8 B

A15

На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
- 2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

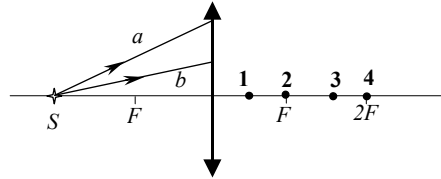


A16

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наибольшей?

- 1) L_1 и C_1 2) L_1 и C_2 3) L_2 и C_2 4) L_2 и C_1

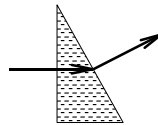
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

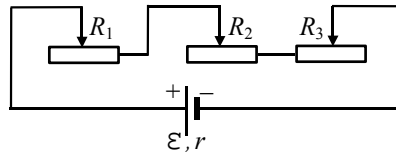
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



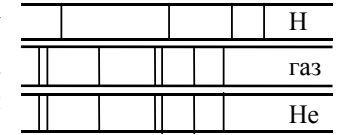
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата (R_2) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, увеличилась вдвое. Мощность на первом реостате (R_1) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго (R_2) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



- 1) $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$
- 2) $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$
- 3) $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$
- 4) $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 7 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). По анализу спектра можно заключить, что в химический состав газа входят атомы



- 1) только водорода
- 2) водорода и гелия
- 3) только гелия
- 4) водорода, гелия и еще какого-то вещества

- A21** Период полураспада радиоактивного изотопа кальция $^{45}_{20}\text{Ca}$ составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов $^{45}_{20}\text{Ca}$, то примерно сколько их будет через 328 суток?

- 1) $2 \cdot 10^{24}$ 2) $1 \cdot 10^{24}$ 3) $1 \cdot 10^6$ 4) 0

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

- A23** Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

- 1) $3 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$ 2) $1 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ 3) $1,3 \cdot 10^{-26} \text{ Дж}$ 4) $3 \cdot 10^{-26} \text{ Дж}$

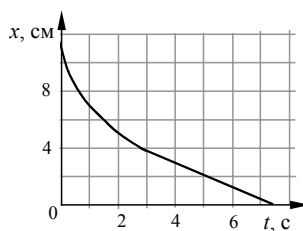
- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 2) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 3) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25

Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,

- 1) шарик все время двигался с постоянным ускорением
- 2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения
- 3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью
- 4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью



Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

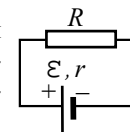
ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось |
| В) давление смеси газов в сосуде | 3) не изменилось |

А	Б	В

В2

Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--|-----------------|
| А) сила тока | 1) увеличится |
| Б) напряжение на внешнем сопротивлении | 2) уменьшится |
| | 3) не изменится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время t увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с^2 .

В4

В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура -5°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

- B5** Дифракционная решетка, имеющая 750 штрихов на 1 см, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами, расположенными слева и справа от центрального (нулевого), равно 22,5 см. Ответ выразите в микрометрах (мкм) и округлите до десятых. Считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

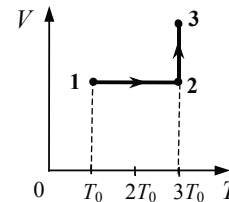
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

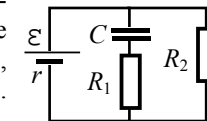
- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?



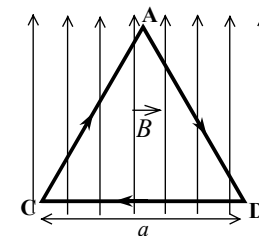
- C3** Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



- C4** Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



- C5** На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течет ток I , находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m ?



- C6** В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{v_1}{v_2} = 2$ раза. Какова работа выхода с поверхности металла?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 134

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

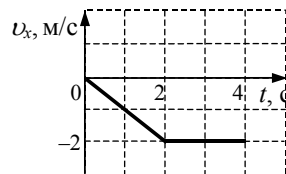
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?

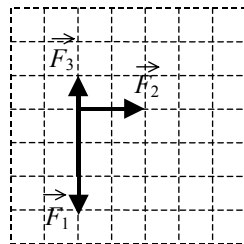
- 1) 8 м
- 2) 6 м
- 3) 4 м
- 4) 5 м



A2

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_3 = 1$ Н?

- 1) 6 Н
- 2) $\sqrt{8}$ Н
- 3) 4 Н
- 4) $\sqrt{13}$ Н



A3

Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м под действием силы 1000 Н растянется на

- 1) 1 м
- 2) 1 см
- 3) 10 см
- 4) 1 мм

A4

Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 5 Н, импульс тела изменился на 10 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого?

- 1) 0,5 с
- 2) 2 с
- 3) 5 с
- 4) 50 с

A5

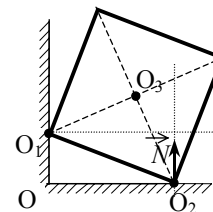
Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 4 с
- 4) 0,5 с

A6

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости рисунка, равно

- 1) OO_2
- 2) O_1O_3
- 3) OO_1
- 4) 0



A7

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 12,5 м/с
- 4) 15 м/с

A8

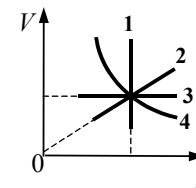
Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у всех этих газов одинаковы значения

- 1) парциального давления
- 2) температуры
- 3) концентрации молекул
- 4) плотности

A9

На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

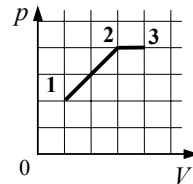
- 1) адиабату
- 2) изотерму
- 3) изобару
- 4) изохору



A10 Если повысить абсолютную температуру одноатомного идеального газа в 2 раза при неизменных давлении и количестве вещества, то его внутренняя энергия

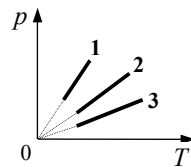
- 1) увеличивается в 2 раза
- 2) уменьшается в 2 раза
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) не изменяется

A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



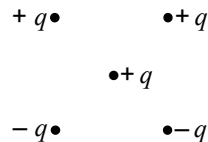
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1,5

A12 Какой из показанных на рисунке изохорных процессов в идеальном газе протекает при наибольшем объеме? Масса газа одинакова.



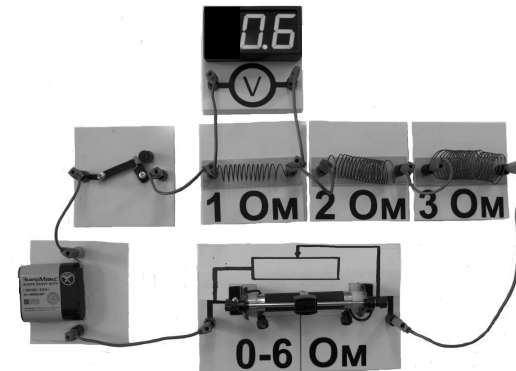
- 1) процесс 1
- 2) процесс 2
- 3) процесс 3
- 4) все процессы протекают при одинаковом значении объема

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?



- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 В
- 2) 0,6 В
- 3) 1,2 В
- 4) 1,8 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

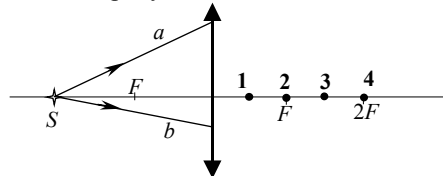


- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 3) в плоскости чертежа вверх \uparrow
- 4) в плоскости чертежа вниз \downarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наименьшей?

- 1) L_2 и C_1
- 2) L_1 и C_2
- 3) L_1 и C_1
- 4) L_2 и C_2

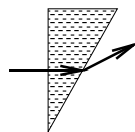
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси собирающей тонкой линзы на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

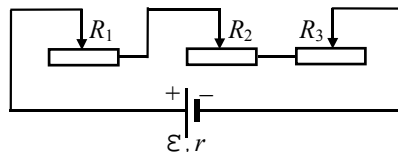
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



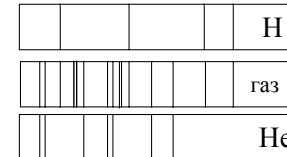
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата (R_2) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на первом реостате (R_1) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго (R_2) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



- 1) $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$
- 2) $R_2 = 9 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
- 3) $R_2 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 8 \text{ Ом}$
- 4) $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине) и спектры поглощения атомов известных газов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит



- 1) только водород
- 2) только гелий
- 3) только водород и гелий
- 4) водород, гелий и еще какое-то вещество

- A21** Период полураспада изотопа кислорода $^{14}_8\text{O}_2$ составляет 71 с. Какая доля от большого количества радиоактивных атомов кислорода остается нераспавшейся через интервал времени, равный 142 с?

- 1) 25% 2) 50% 3) 75% 4) 0%

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

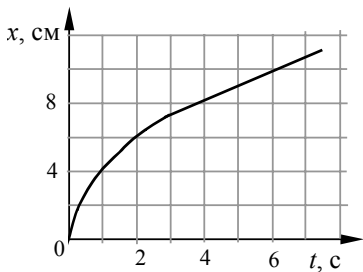
- A23** Красная граница фотоэффекта для натрия $\lambda_{\text{кр}} = 540 \text{ нм}$. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокаатода, освещенного светом частотой $\nu = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

- 1) 2,30 В 2) 0,80 В 3) 0,60 В 4) 0,45 В

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать длину нити математического маятника?

- 1) амплитуды колебаний маятника A и его периода колебаний T
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) периода колебаний маятника T и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25



Легкий шарик погрузили на дно сосуда с водой и отпустили. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,

- 1) шарик после 3 с движется с постоянной скоростью
- 2) ускорение шарика увеличивается в процессе всплытия
- 3) первые 3 с шарик движется равномерно, а после 3 с равноускоренно
- 4) шарик всплывает с постоянным ускорением

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1

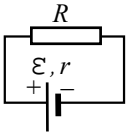
В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ИХ ИЗМЕНЕНИЕ |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось |
| В) давление смеси газов в сосуде | 3) не изменилось |

А	Б	В

B2

Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) сила тока
- Б) напряжение на внешнем сопротивлении

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3

Какой путь пройдет тело по прямой за 2 с, если его скорость увеличивается за это время в 3 раза, а ускорение равно 5 м/с^2 и не меняется?

B4

В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него помещают кусок льда, масса которого 40 г и температура -10°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

B5

Дифракционная решетка расположена параллельно экрану на расстоянии 0,7 м от него. При нормальном падении на решетку светового пучка с длиной волны 0,43 мкм первый дифракционный максимум на экране находится на расстоянии 3 см от центральной светлой полосы. Определите количество штрихов на 1 мм для этой дифракционной решетки. Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$. Ответ округлите до целых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

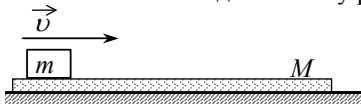
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

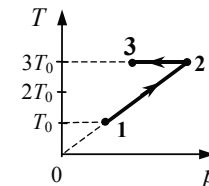
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна v_0 , а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы v_0 ?



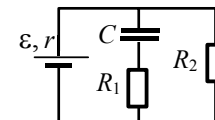
C3

Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс $1-2-3$ (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке $2-3$ к газу подводят $2,5$ кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



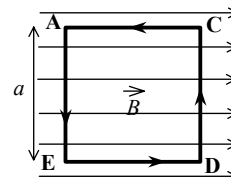
C4

Чему равен электрический заряд конденсатора емкости $C = 1000$ мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD. По рамке против часовой стрелки протекает ток I , масса рамки m . При каком значении модуля вектора магнитной индукции рамка начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Каким было отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2}$ в этих опытах, если работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 135

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

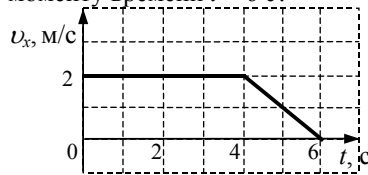
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

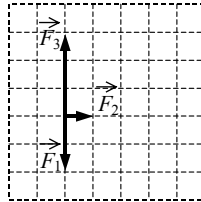
- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 10 м 4) 12 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_2 = 1$ Н?

- 1) 2 Н
2) 6 Н
3) $\sqrt{2}$ Н
4) $\sqrt{10}$ Н



- A3** Пружина, жесткость которой $k = 10^4$ Н/м, под действием силы 100 Н растянется на

- 1) 1 м 2) 10 см 3) 1 см 4) 1 мм

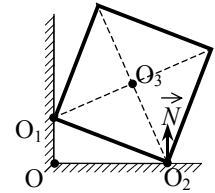
- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. На тело в течение 4 с действует постоянная сила, равная по модулю 10 Н. Каково изменение импульса тела за это время?

- 1) 40 кг·м/с 2) 10 кг·м/с 3) 2,5 кг·м/с 4) 0,4 кг·м/с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 0,5 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины уменьшить в 5 раз?

- 1) 5 с 2) 0,1 с 3) 1,5 с 4) 0,5 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_2 перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) 0 2) O_2O 3) O_1O 4) O_2O_1

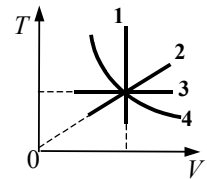
- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

- A8** Температура тела А равна 100 К, температура тела Б равна 100°C. Какое утверждение является правильным?

- 1) температура тела А выше, чем температура тела Б
2) температура тела Б выше, чем температура тела А
3) температуры тел А и Б одинаковы
4) сравнивать значения температуры тел нельзя, так как они приведены в разных единицах

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?



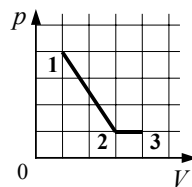
- 1) изотерму
2) изобару
3) изохору
4) адиабату

- A10** Температура железной детали массой 200 г снизилась с 70°C до 50°C. Какое количество теплоты отдала деталь?

- 1) 256 Дж 2) 2,56 кДж 3) 128 Дж 4) 1,28 кДж

A11

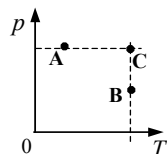
На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



- 1) 6 2) 5 3) 3

A12

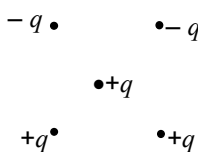
Три состояния идеального газа неизменной массы показаны на pT -диаграмме точками А, В и С. Как соотносятся объемы газа в этих состояниях?



- 1) $V_A < V_B$
- 2) $V_A > V_B$
- 3) $V_A = V_B$
- 4) $V_A = V_C$

A13

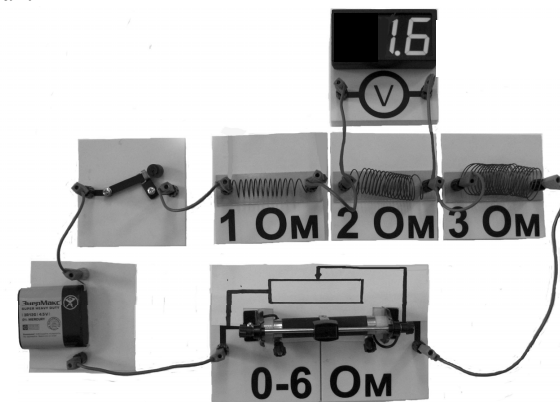
Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

A14

На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,4 B 2) 0,8 B 3) 1,6 B 4) 2,4 B

A15

На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?



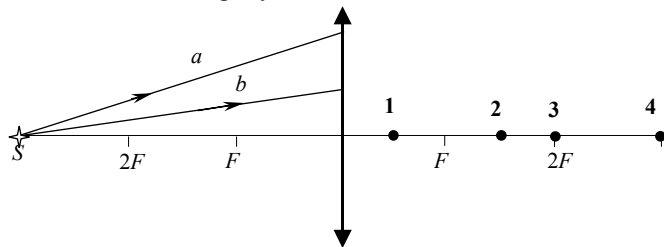
- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
- 2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

A16

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина λ электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наибольшей?

- 1) L_1 и C_2 2) L_1 и C_1 3) L_2 и C_1 4) L_2 и C_2

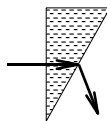
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $3F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

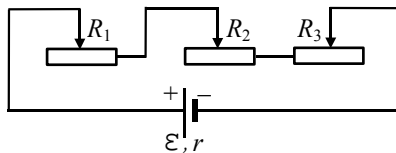
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата (R_1) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, увеличилась вдвое. Мощность на втором реостате (R_2) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого (R_1) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



- 1) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$
- 2) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$
- 3) $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$
- 4) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество содержит

	Sr
	вещество
	Ca

- 1) только кальций (Ca)
- 2) только стронций (Sr)
- 3) кальций и еще какое-то неизвестное вещество
- 4) стронций и еще какое-то неизвестное вещество

- A21** Какая доля радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 100 % 2) 75 % 3) 50 % 4) 25 %

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

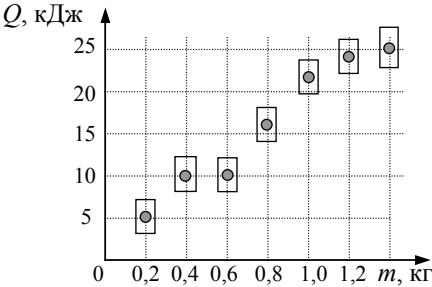
- A23** Электромагнитное излучение, длина волны которого $2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$, состоит из фотонов с энергией, приблизительно равной

- 1) $3 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$ 2) $1 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ 3) $1,3 \cdot 10^{-26} \text{ Дж}$ 4) $3 \cdot 10^{-26} \text{ Дж}$

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать частоту колебаний математического маятника?

- 1) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25 Ученику задали определить удельную теплоту плавления выданного ему вещества. Он измерял, какое количество теплоты необходимо для плавления разной массы исследуемого вещества, уже нагретого до температуры плавления. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно сказать, что



- 1) образцы разной массы исследуемого вещества имеют разную удельную теплоту плавления
- 2) удельная теплота плавления увеличивается с увеличением массы образца
- 3) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 15 кДж/кг
- 4) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 20 кДж/кг

Часть 2

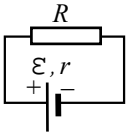
В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) парциальное давление первого газа
- 1) увеличилось
- Б) парциальное давление второго газа
- 2) уменьшилось
- В) давление смеси газов в сосуде
- 3) не изменилось

А	Б	В

В2 На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала большей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) сила тока
- 1) увеличится
- Б) напряжение на внешнем сопротивлении
- 2) уменьшится
-
- 3) не изменится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.

В4 В калориметре находится 100 г воды при 0°C. В него помещают 60 г льда при температуре – 20°C. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия (°C).

В5 Дифракционная решетка, имеющая 100 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 2,5 м от него и освещается нормально падающим пучком света длиной волны 600 нм. Определите расстояние между вторыми дифракционными максимумами справа и слева от центрального (нулевого). Ответ выразите в сантиметрах (см). Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

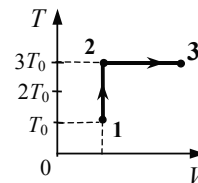
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m . Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы m ?



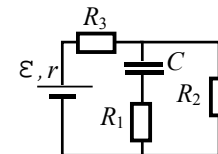
C3



Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершенной газом в ходе процесса.

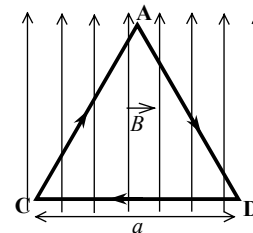
C4

В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD и по модулю равен B . По рамке протекает ток I по часовой стрелке. При каком значении массы рамки она начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны в первом опыте λ_1 , если во втором она составляла $\lambda_2 = 540$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 136

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ^{−27} кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ^{−19} Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ^{−31} кг ≈ 5,5·10 ^{−4} а.е.м.
протона	1,673·10 ^{−27} кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ^{−27} кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

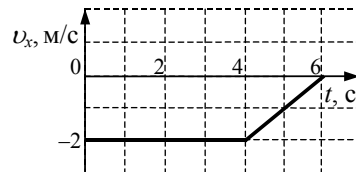
Молярная масса			
азота	28·10 ^{−3} кг/моль	кислорода	32·10 ^{−3} кг/моль
аргона	40·10 ^{−3} кг/моль	лития	6·10 ^{−3} кг/моль
водорода	2·10 ^{−3} кг/моль	молибдена	96·10 ^{−3} кг/моль
воздуха	29·10 ^{−3} кг/моль	неона	20·10 ^{−3} кг/моль
гелия	4·10 ^{−3} кг/моль	углекислого газа	44·10 ^{−3} кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

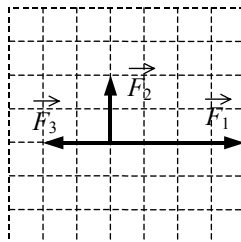
Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 12 м 4) 10 м

A2

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 4$ Н?



- 1) 8 Н
2) 4 Н
3) $\sqrt{20}$ Н
4) $\sqrt{8}$ Н

A3

Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 5 см, а под действием силы 4 Н – на 10 см. Насколько удлинится эта пружина под действием силы 3 Н?

- 1) 6 см 2) 7,5 см 3) 9 см 4) 12,5 см

A4

Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы 5 Н импульс тела уменьшился от 25 кг·м/с до 15 кг·м/с. Для этого потребовалось

- 1) 1 с 2) 2 с 3) 3 с 4) 4 с

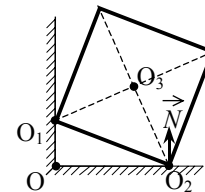
A5

Период колебаний кинетической энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника уменьшить в 2 раза, а жесткость пружины уменьшить в 8 раз?

- 1) 1 с 2) 8 с 3) 2 с 4) 0,5 с

A6

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости чертежа, равно



- 1) 0
2) O_2O
3) O_1O
4) O_2O_1

A7

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

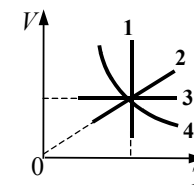
A8

Температура тела А равна 373 К, температура тела Б равна 10°C. Температура какого из тел выше?

- 1) температура тела А
2) температура тела Б
3) температура тел одинакова
4) такой температуры, какая указана для тела А, быть не может

A9

На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

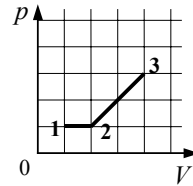


- 1) адиабату
2) изохору
3) изобару
4) изотерму

A10 Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
- 4) не изменится

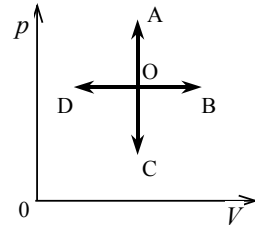
A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



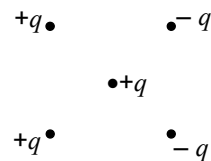
- 1) 0,25
- 2) 2
- 3) 0,5
- 4) 4

A12 На рисунке представлены графики процессов в идеальном газе. Масса газа постоянна. Изохорному нагреванию соответствует

- 1) OA
- 2) OB
- 3) OC
- 4) OD

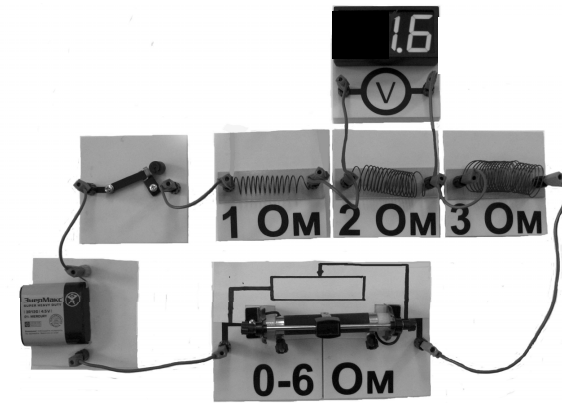


A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

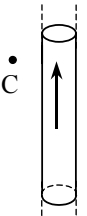
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить к последовательно включенным резисторам 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 1,6 В
- 2) 3,2 В
- 3) 4,8 В
- 4) 6,0 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

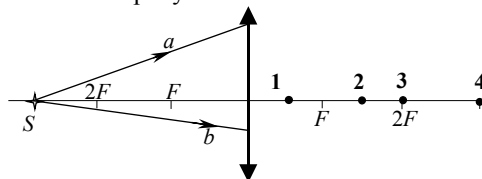


- 1) в плоскости рисунка вверх \uparrow
- 2) в плоскости рисунка вниз \downarrow
- 3) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 4) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина λ электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наименьшей?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_1
- 3) L_1 и C_2
- 4) L_2 и C_2

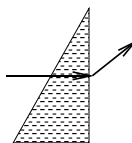
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $3F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

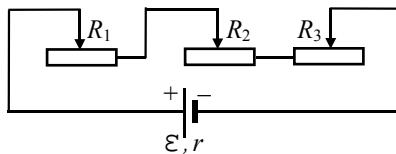
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха на одну из граней стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



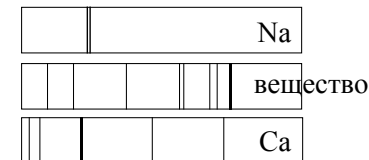
- 1) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
2) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
3) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата (R_1) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на втором реостате (R_2) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого (R_1) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



- 1) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$
2) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$
3) $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
4) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество



- 1) содержит атомы кальция (Ca)
2) содержит атомы натрия (Na)
3) содержит атомы кальция и натрия
4) не содержит атомов кальция и натрия

- A21** Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Если изначально было 104 г этого изотопа, то примерно сколько его будет через 5,2 года?

- 1) 13 г 2) 26 г 3) 39 г 4) 52 г

- A22** Радиоактивный аstat $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

- A23** При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$ запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,8 В. Найдите красную границу фотоэффекта для натрия.

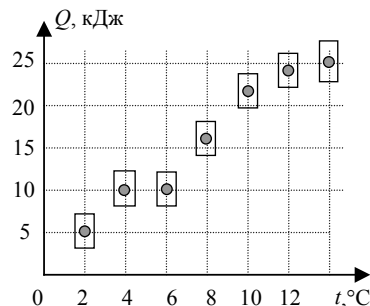
- 1) 400 нм 2) 430 нм 3) 540 нм 4) 2160 нм

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать циклическую частоту колебаний этого маятника?

- 1) массы маятника m и длины его нити l
2) массы маятника m и амплитуды его колебаний A
3) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
4) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25

Ученику задали определить удельную теплоемкость выданного ему вещества. Ученик измерял количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг исследуемого вещества до той или иной температуры. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно утверждать, что



- 1) удельная теплоемкость оказалась точно равной $1,5 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.
- 2) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества уменьшалась
- 3) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества увеличивалась
- 4) удельная теплоемкость оказалась приблизительно равной $2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

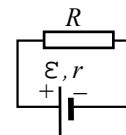
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось |
| В) давление смеси газов в сосуде | 3) не изменилось |

А	Б	В

В2

На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала меньшей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.



К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|-----------------|
| А) сила тока | 1) увеличится |
| Б) напряжение на внешнем сопротивлении | 2) уменьшится |
| | 3) не изменится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

Сколько времени потребуется для уменьшения скорости тела в 3 раза при его движении в одном направлении с ускорением $(-5) \text{ м/с}^2$ на пути в 20 м?

В4

В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него помещают кусок льда, масса которого 20 г и температура -15°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5

Дифракционная решетка, имеющая 125 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света длиной волны $\lambda = 420 \text{ нм}$. На экране второй дифракционный максимум наблюдается на расстоянии 4,2 см от центрального. Определите расстояние от решетки до экрана. Считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

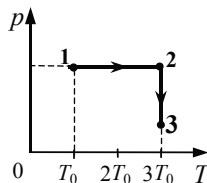
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой M . По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса доски M ?

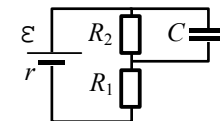


- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3. На участке 2 – 3 к газу подводят 2500 Дж теплоты, $T_0 = 300$ К. Найдите отношение количества подведенной к газу теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса.



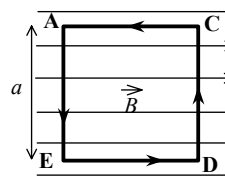
C4

Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B . По рамке против часовой стрелки протекает ток I . При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны во втором опыте λ_2 , если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 137

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

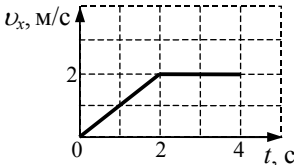
Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

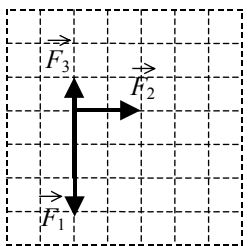
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?
- 
- 1) 6 м
 - 2) 8 м
 - 3) 4 м
 - 4) 5 м

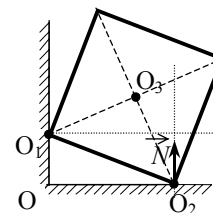
- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_3 = 1$ Н?
- 
- 1) 6 Н
 - 2) $\sqrt{8}$ Н
 - 3) 4 Н
 - 4) $\sqrt{13}$ Н

- A3** Пружина, жесткость которой $k = 10^4$ Н/м, под действием силы 100 Н растянется на
- 1) 1 м
 - 2) 10 см
 - 3) 1 см
 - 4) 1 мм

- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы 5 Н импульс тела уменьшился от 25 кг·м/с до 15 кг·м/с. Для этого потребовалось
- 1) 1 с
 - 2) 2 с
 - 3) 3 с
 - 4) 4 с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жесткость пружины вдвое уменьшить?
- 1) 4 с
 - 2) 8 с
 - 3) 2 с
 - 4) 6 с

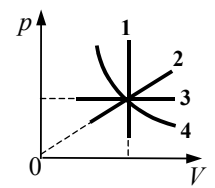
- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) O_1O_2
- 2) O_1O_3
- 3) O_1O_4
- 4) 0

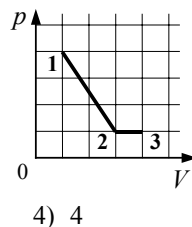
- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна
- 1) 7,5 м/с
 - 2) 10 м/с
 - 3) 12,5 м/с
 - 4) 15 м/с

- A8** Температура тела А равна 373 К, температура тела Б равна 10°C. Температура какого из тел выше?
- 1) температура тела А
 - 2) температура тела Б
 - 3) температура тел одинакова
 - 4) такой температуры, какая указана для тела А, быть не может

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?
- 
- 1) адиабату
 - 2) изотерму
 - 3) изобару
 - 4) изохору

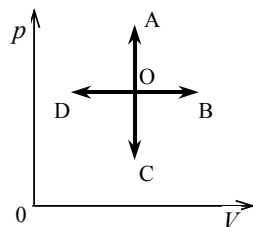
- A10** Если повысить абсолютную температуру одноатомного идеального газа в 2 раза при неизменных давлении и количестве вещества, то его внутренняя энергия
- 1) увеличивается в 2 раза
 - 2) уменьшается в 2 раза
 - 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
 - 4) не изменяется

A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



- 1) 6 2) 5 3) 3

A12 На рисунке представлены графики процессов в идеальном газе. Масса газа постоянна. Изохорному нагреванию соответствует

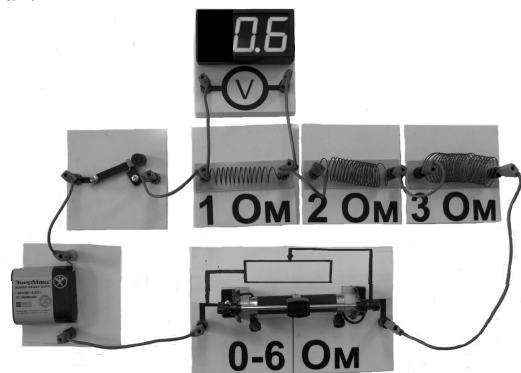


- 1) OA
2) OB
3) OC
4) OD

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $2q$, помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?

- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 В 2) 0,6 В 3) 1,2 В 4) 1,8 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

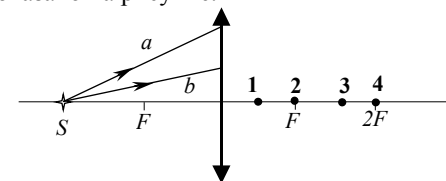


- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина λ электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наименьшей?

- 1) L_1 и C_1 2) L_2 и C_1 3) L_1 и C_2 4) L_2 и C_2

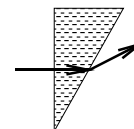
A17 От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

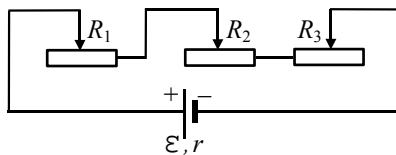
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A18 Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



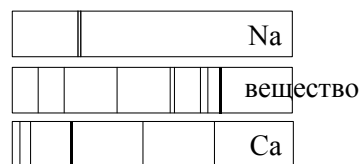
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата (R_1) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, увеличилась вдвое. Мощность на втором реостате (R_2) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого (R_1) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



- 1) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$
- 2) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$
- 3) $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$
- 4) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество



- 1) содержит атомы кальция (Ca)
- 2) содержит атомы натрия (Na)
- 3) содержит атомы кальция и натрия
- 4) не содержит атомов кальция и натрия

- A21** Период полураспада радиоактивного изотопа кальция $^{45}_{20}\text{Ca}$ составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов $^{45}_{20}\text{Ca}$, то примерно сколько их будет через 328 суток?

- 1) $2 \cdot 10^{24}$
- 2) $1 \cdot 10^{24}$
- 3) $1 \cdot 10^6$
- 4) 0

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

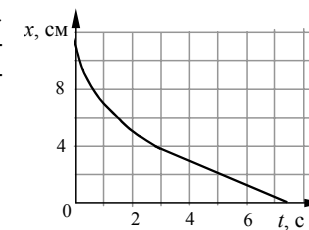
- A23** При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$ запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,8 В. Найдите красную границу фотоэффекта для натрия.

- 1) 400 нм
- 2) 430 нм
- 3) 540 нм
- 4) 2160 нм

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать циклическую частоту колебаний этого маятника?

- 1) массы маятника m и длины его нити l
- 2) массы маятника m и амплитуды его колебаний A
- 3) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g

- A25** Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



- 1) шарик все время двигался с постоянным ускорением
- 2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения
- 3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью
- 4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

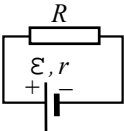
- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) парциальное давление первого газа
Б) парциальное давление второго газа
В) давление смеси газов в сосуде
- ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

1) увеличилось
2) уменьшилось
3) не изменилось

А	Б	В

В2 Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сила тока
Б) напряжение на внешнем сопротивлении
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.

В4 В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C. В него помещают кусок льда, масса которого 20 г и температура – 15°C. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия (°C).

В5 Дифракционная решетка, имеющая 750 штрихов на 1 см, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами, расположенными слева и справа от центрального (нулевого), равно 22,5 см. Ответ выразите в микрометрах (мкм) и округлите до десятых. Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

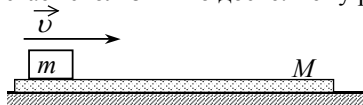
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

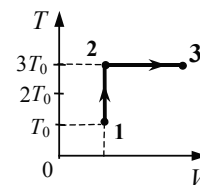
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна u_0 , а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы u_0 ?



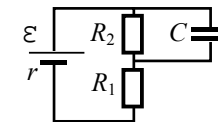
C3



Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят $2,5$ кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершенной газом в ходе процесса.

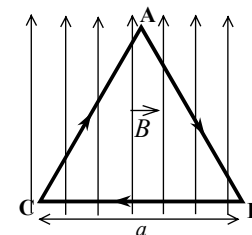
C4

Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течет ток I , находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m ?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Каким было отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2}$ в этих опытах, если работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 138

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

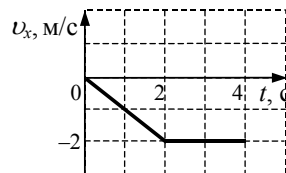
Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

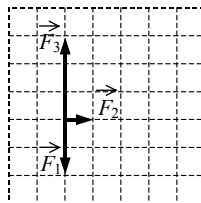
- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?

- 1) 8 м
- 2) 6 м
- 3) 4 м
- 4) 5 м



- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_2 = 1$ Н?

- 1) 2 Н
- 2) 6 Н
- 3) $\sqrt{2}$ Н
- 4) $\sqrt{10}$ Н



- A3** Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 5 см, а под действием силы 4 Н – на 10 см. Насколько удлинится эта пружина под действием силы 3 Н?

- 1) 6 см
- 2) 7,5 см
- 3) 9 см
- 4) 12,5 см

- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на 6 кг·м/с. Каков модуль силы?

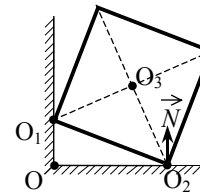
- 1) 0,5 Н
- 2) 2 Н
- 3) 9 Н
- 4) 18 Н

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 4 с
- 4) 0,5 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_2 перпендикулярно плоскости рисунка, равно

- 1) 0
- 2) O_2O
- 3) O_1O
- 4) O_2O_1



- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

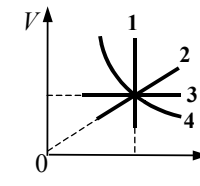
- 1) 7,5 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 12,5 м/с
- 4) 15 м/с

- A8** Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?

- 1) 100 К
- 2) 173 К
- 3) 273 К
- 4) 373 К

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

- 1) адиабату
- 2) изотерму
- 3) изобару
- 4) изохору

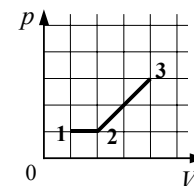


- A10** Если повысить абсолютную температуру одноатомного идеального газа в 2 раза при неизменных давлении и количестве вещества, то его внутренняя энергия

- 1) увеличивается в 2 раза
- 2) уменьшается в 2 раза
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) не изменяется

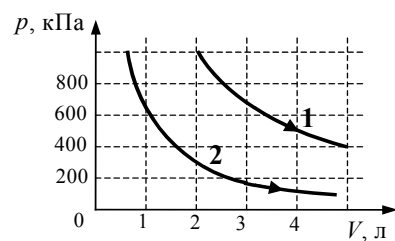
- A11** На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?

- 1) 0,25
- 2) 2
- 3) 0,5
- 4) 4



A12

На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. Судя по графикам,



- 1) оба процесса идут при одной и той же температуре
- 2) в процессе 1 газ начал расширяться позже, чем в процессе 2
- 3) процесс 1 идет при более высокой температуре
- 4) процесс 2 идет при более высокой температуре

A13

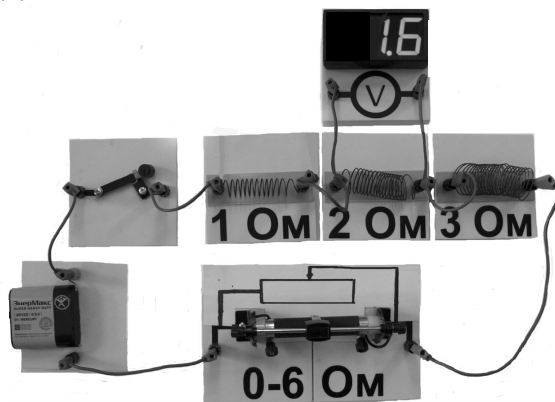
Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?

$+q \bullet$ $\bullet +q$
 $\bullet +q$
 $-q \bullet$ $\bullet -q$

- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

A14

На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.

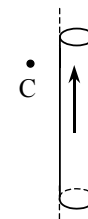


Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,4 В
- 2) 0,8 В
- 3) 1,6 В
- 4) 2,4 В

A15

На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?



- 1) в плоскости рисунка вверх \uparrow
- 2) в плоскости рисунка вниз \downarrow
- 3) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 4) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes

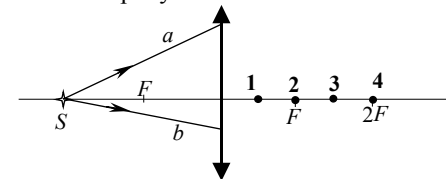
A16

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наибольшей?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_1 и C_2
- 3) L_2 и C_2
- 4) L_2 и C_1

A17

От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси собирающей тонкой линзы на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.

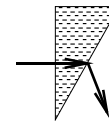


После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

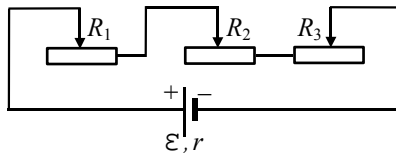
A18

Ученик выполнил задание «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



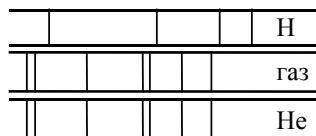
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата (R_1) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на втором реостате (R_2) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого (R_1) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



- 1) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$
- 2) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$
- 3) $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
- 4) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). По анализу спектра можно заключить, что в химический состав газа входят атомы



- 1) только водорода
- 2) водорода и гелия
- 3) только гелия
- 4) водорода, гелия и еще какого-то вещества

- A21** Период полураспада изотопа кислорода $^{14}_8\text{O}_2$ составляет 71 с. Какая доля от большого количества радиоактивных атомов кислорода остается нераспавшейся через интервал времени, равный 142 с?

- 1) 25%
- 2) 50%
- 3) 75%
- 4) 0%

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

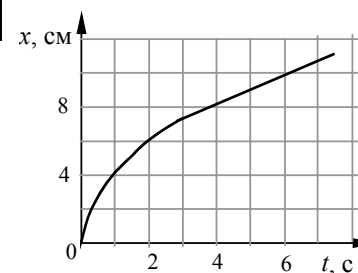
- A23** При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$ запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,8 В. Найдите красную границу фотоэффекта для натрия.

- 1) 400 нм
- 2) 430 нм
- 3) 540 нм
- 4) 2160 нм

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 2) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 3) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

- A25**



Легкий шарик погрузили на дно сосуда с водой и отпустили. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,

- 1) шарик после 3 с движется с постоянной скоростью
- 2) ускорение шарика увеличивается в процессе всплытия
- 3) первые 3 с шарик движется равномерно, а после 3 с равноускоренно
- 4) шарик всплывает с постоянным ускорением

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) парциальное давление первого газа

1) увеличилось
- Б) парциальное давление второго газа

2) уменьшилось
- В) давление смеси газов в сосуде

3) не изменилось

А	Б	В

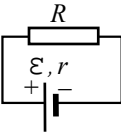
В2 На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала большей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) сила тока

1) увеличится
- Б) напряжение на внешнем сопротивлении

2) уменьшится
- 3) не изменится

А	Б



Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Сколько времени потребуется для уменьшения скорости тела в 3 раза при его движении в одном направлении с ускорением $(-5) \text{ м/с}^2$ на пути в 20 м?

В4 В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура -5°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5 Дифракционная решетка расположена параллельно экрану на расстоянии 0,7 м от него. При нормальном падении на решетку светового пучка с длиной волны 0,43 мкм первый дифракционный максимум на экране находится на расстоянии 3 см от центральной светлой полосы. Определите количество штрихов на 1 мм для этой дифракционной решетки. Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$. Ответ округлите до целых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

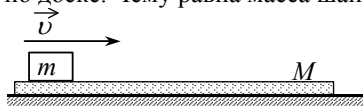
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

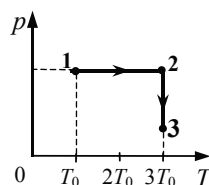
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m . Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы m ?

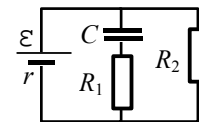


- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3. На участке 2 – 3 к газу подводят 2500 Дж теплоты, $T_0 = 300$ К. Найдите отношение количества подведенной к газу теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса.



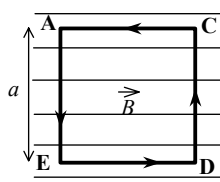
C4

Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD. По рамке против часовой стрелки протекает ток I , масса рамки m . При каком значении модуля вектора магнитной индукции рамка начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны в первом опыте λ_1 , если во втором она составляла $\lambda_2 = 540$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 139

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

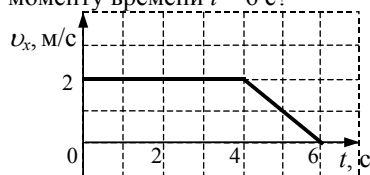
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

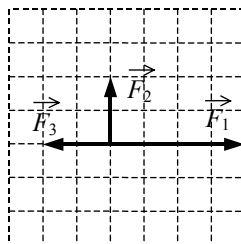
- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 10 м 4) 12 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 4$ Н?

- 1) 8 Н
2) 4 Н
3) $\sqrt{20}$ Н
4) $\sqrt{8}$ Н



- A3** Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?

- 1) 3,5 Н 2) 4 Н 3) 4,5 Н 4) 5 Н

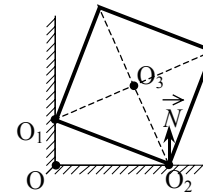
- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 5 Н, импульс тела изменился на 10 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого?

- 1) 0,5 с 2) 2 с 3) 5 с 4) 50 с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 0,5 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины уменьшить в 5 раз?

- 1) 5 с 2) 0,1 с 3) 1,5 с 4) 0,5 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости чертежа, равно



- 1) 0
2) O_2O
3) O_1O
4) O_2O_1

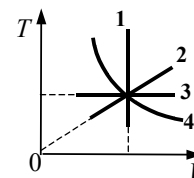
- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

- A8** Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у всех этих газов одинаковы значения

- 1) парциального давления
2) температуры
3) концентрации молекул
4) плотности

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

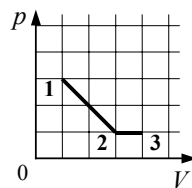


- 1) изотерму
2) изобару
3) изохору
4) адиабату

- A10** Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?

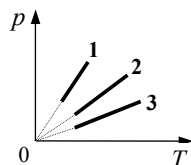
- 1) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
4) не изменится

A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



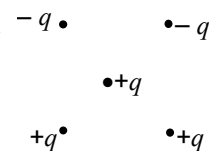
- 1) 6 2) 2 3) 3

A12 Какой из показанных на рисунке изохорных процессов в идеальном газе протекает при наибольшем объеме? Масса газа одинакова.



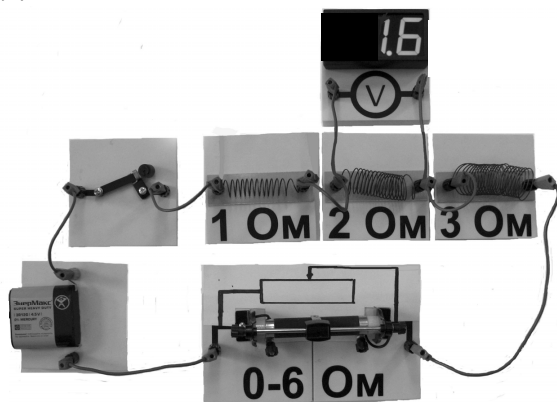
- 1) процесс 1
2) процесс 2
3) процесс 3
4) все процессы протекают при одинаковом значении объема

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

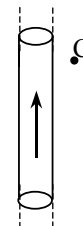
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить к последовательно включенным резисторам 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 1,6 В 2) 3,2 В 3) 4,8 В 4) 6,0 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

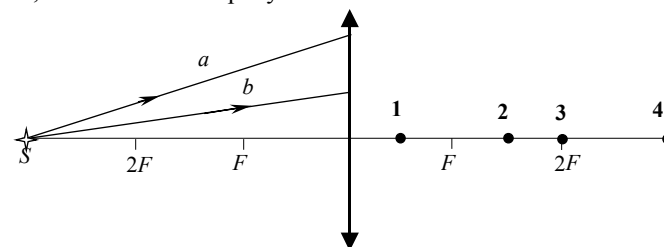


- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наименьшей?

- 1) L_2 и C_1 2) L_1 и C_2 3) L_1 и C_1 4) L_2 и C_2

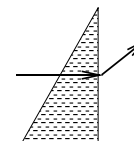
A17 От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $3F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

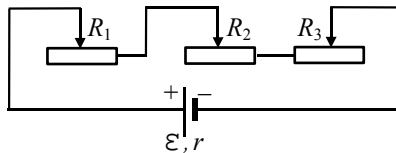
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A18 Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха на одну из граней стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



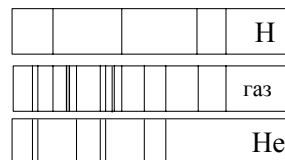
- 1) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
2) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
3) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата (R_2) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, увеличилась вдвое. Мощность на первом реостате (R_1) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго (R_2) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



- 1) $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$
- 2) $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$
- 3) $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$
- 4) $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 7 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине) и спектры поглощения атомов известных газов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит



- 1) только водород
- 2) только гелий
- 3) только водород и гелий
- 4) водород, гелий и еще какое-то вещество

- A21** Какая доля радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 100 %
- 2) 75 %
- 3) 50 %
- 4) 25 %

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

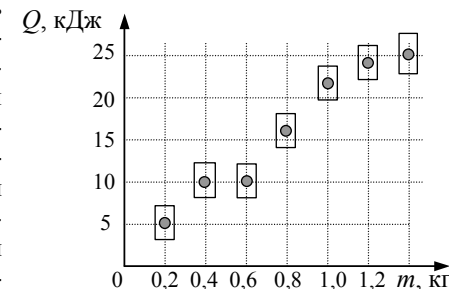
- A23** Красная граница фотоэффекта для натрия $\lambda_{\text{кр}} = 540 \text{ нм}$. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокаатода, освещенного светом частотой $\nu = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

- 1) 2,30 В
- 2) 0,80 В
- 3) 0,60 В
- 4) 0,45 В

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать длину нити математического маятника?

- 1) амплитуды колебаний маятника A и его периода колебаний T
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) периода колебаний маятника T и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

- A25** Ученику задали определить удельную теплоту плавления выданного ему вещества. Он измерял, какое количество теплоты необходимо для плавления разной массы исследуемого вещества, уже нагретого до температуры плавления. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно сказать, что



- 1) образцы разной массы исследуемого вещества имеют разную удельную теплоту плавления
- 2) удельная теплота плавления увеличивается с увеличением массы образца
- 3) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 15 кДж/кг
- 4) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 20 кДж/кг

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) парциальное давление первого газа

1) увеличилось
- Б) парциальное давление второго газа

2) уменьшилось
- В) давление смеси газов в сосуде

3) не изменилось

А	Б	В

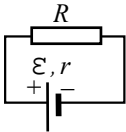
В2 На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала меньшей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) сила тока

1) увеличится
- Б) напряжение на внешнем сопротивлении

2) уменьшится
- 3) не изменится

А	Б



Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время t увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с^2 .

В4 В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него помещают кусок льда, масса которого 40 г и температура -10°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5 Дифракционная решетка, имеющая 100 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 2,5 м от него и освещается нормально падающим пучком света длиной волны 600 нм. Определите расстояние между вторыми дифракционными максимумами справа и слева от центрального (нулевого). Ответ выразите в сантиметрах (см). Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

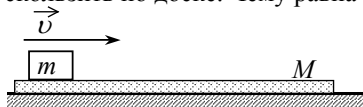
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

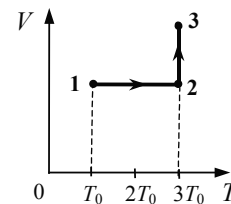
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой M . По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса доски M ?



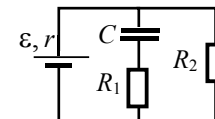
C3

Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



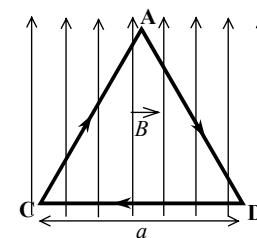
C4

Чему равен электрический заряд конденсатора емкости $C = 1000$ мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из одной тонкой проволоки, согнутая в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD и по модулю равен B . По рамке протекает ток I по часовой стрелке. При каком значении массы рамки она начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны во втором опыте λ_2 , если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 140

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

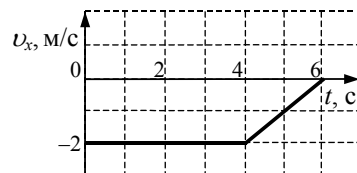
Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

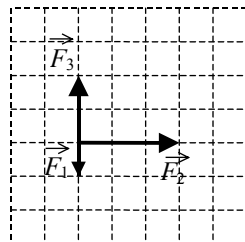
Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 12 м 4) 10 м

A2

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н?



- 1) $\sqrt{10}$ Н
2) 6 Н
3) 4 Н
4) $\sqrt{13}$ Н

A3

Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м под действием силы 1000 Н растянется на

- 1) 1 м 2) 1 см 3) 10 см 4) 1 мм

A4

Тело движется по прямой в одном направлении. На тело в течение 4 с действует постоянная сила, равная по модулю 10 Н. Каково изменение импульса тела за это время?

- 1) 40 кг·м/с 2) 10 кг·м/с 3) 2,5 кг·м/с 4) 0,4 кг·м/с

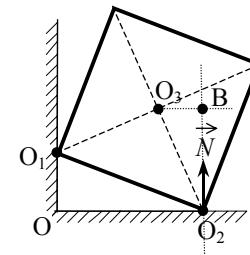
A5

Период колебаний кинетической энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника уменьшить в 2 раза, а жесткость пружины уменьшить в 8 раз?

- 1) 1 с 2) 8 с 3) 2 с 4) 0,5 с

A6

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) 0
2) O_2O_3
3) O_2B
4) O_3B

A7

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

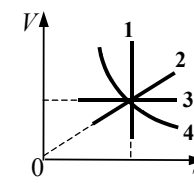
A8

Температура тела А равна 100 К, температура тела Б равна 100°C. Какое утверждение является правильным?

- 1) температура тела А выше, чем температура тела Б
2) температура тела Б выше, чем температура тела А
3) температуры тел А и Б одинаковы
4) сравнивать значения температуры тел нельзя, так как они приведены в разных единицах

A9

На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?



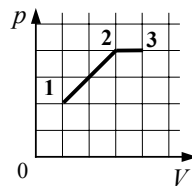
- 1) адиабату
2) изохору
3) изобару
4) изотерму

A10

Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?

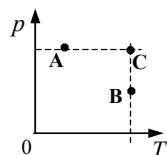
- 1) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
4) не изменится

A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



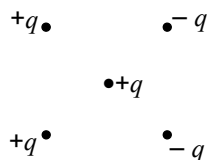
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 1,5

A12 Три состояния идеального газа неизменной массы показаны на pT -диаграмме точками А, В и С. Как соотносятся объемы газа в этих состояниях?



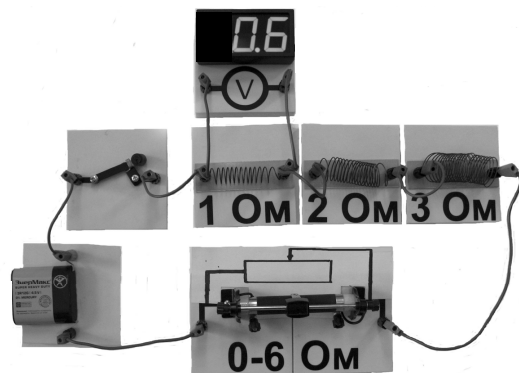
- 1) $V_A < V_B$
2) $V_A > V_B$
3) $V_A = V_B$
4) $V_A = V_C$

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

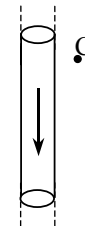
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 2 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 В 2) 0,6 В 3) 1,2 В 4) 1,8 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

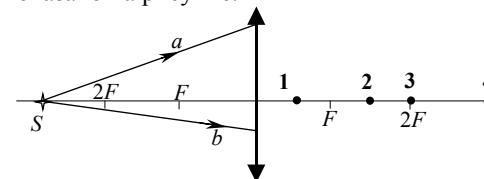


- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
3) в плоскости чертежа вверх \uparrow
4) в плоскости чертежа вниз \downarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина λ электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наибольшей?

- 1) L_1 и C_2 2) L_1 и C_1 3) L_2 и C_1 4) L_2 и C_2

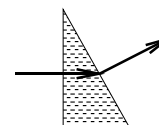
A17 От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $3F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

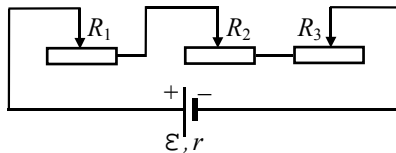
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A18 Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



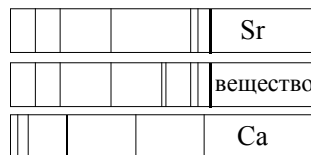
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата (R_2) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на первом реостате (R_1) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго (R_2) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



- 1) $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$
- 2) $R_2 = 9 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
- 3) $R_2 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 8 \text{ Ом}$
- 4) $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество содержит



- 1) только кальций (Ca)
- 2) только стронций (Sr)
- 3) кальций и еще какое-то неизвестное вещество
- 4) стронций и еще какое-то неизвестное вещество

- A21** Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Если изначально было 104 г этого изотопа, то примерно сколько его будет через 5,2 года?

- 1) 13 г
- 2) 26 г
- 3) 39 г
- 4) 52 г

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

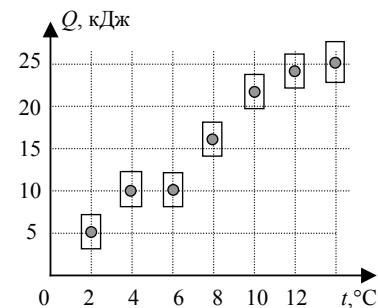
- A23** Красная граница фотоэффекта для натрия $\lambda_{\text{кр}} = 540 \text{ нм}$. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокаатода, освещенного светом частотой $\nu = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

- 1) 2,30 В
- 2) 0,80 В
- 3) 0,60 В
- 4) 0,45 В

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать частоту колебаний математического маятника?

- 1) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g

- A25** Ученику задали определить удельную теплоемкость выданного ему вещества. Ученик измерял количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг исследуемого вещества до той или иной температуры. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно утверждать, что



- 1) удельная теплоемкость оказалась точно равной $1,5 \text{ кДж/(кг·К)}$.
- 2) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества уменьшалась
- 3) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества увеличивалась
- 4) удельная теплоемкость оказалась приблизительно равной 2 кДж/(кг·К)

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) парциальное давление первого газа

1) увеличилось
- Б) парциальное давление второго газа

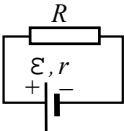
2) уменьшилось
- В) давление смеси газов в сосуде

3) не изменилось

А	Б	В

В2

Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменяется сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
- А) сила тока

1) увеличится
- Б) напряжение на внешнем сопротивлении

2) уменьшится
- 3) не изменится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

Какой путь пройдет тело по прямой за 2 с, если его скорость увеличивается за это время в 3 раза, а ускорение равно 5 м/с^2 и не меняется?

В4

В калориметре находится 100 г воды при 0°C . В него помещают 60 г льда при температуре -20°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5

Дифракционная решетка, имеющая 125 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света длиной волны $\lambda = 420\text{ нм}$. На экране второй дифракционный максимум наблюдается на расстоянии 4,2 см от центрального. Определите расстояние от решетки до экрана. Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

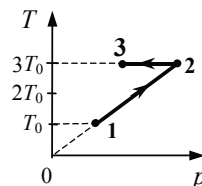
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?

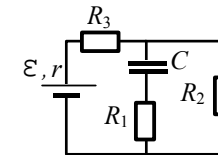


- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



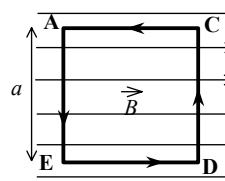
C4

В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B . По рамке против часовой стрелки протекает ток I . При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{v_1}{v_2} = 2$ раза. Какова работа выхода с поверхности металла?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 141

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

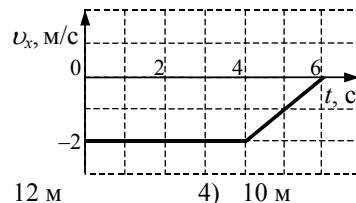
Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

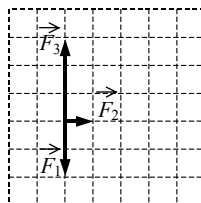
Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 12 м 4) 10 м

A2

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_2 = 1$ Н?



- 1) 2 Н
2) 6 Н
3) $\sqrt{2}$ Н
4) $\sqrt{10}$ Н

A3

Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м под действием силы 1000 Н растянется на

- 1) 1 м 2) 1 см 3) 10 см 4) 1 мм

A4

Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на 6 кг·м/с. Каков модуль силы?

- 1) 0,5 Н 2) 2 Н 3) 9 Н 4) 18 Н

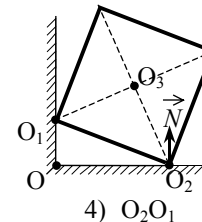
A5

Период колебаний кинетической энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника уменьшить в 2 раза, а жесткость пружины уменьшить в 8 раз?

- 1) 1 с 2) 8 с 3) 2 с 4) 0,5 с

A6

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_2 перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) 0 2) O_2O 3) O_1O 4) O_2O_1

A7

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

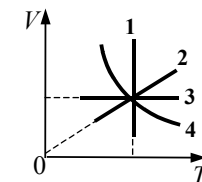
A8

Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?

- 1) 100 К 2) 173 К 3) 273 К 4) 373 К

A9

На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?



- 1) адиабату
2) изохору
3) изобару
4) изотерму

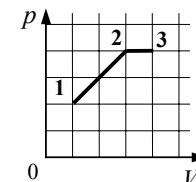
A10

Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?

- 1) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
4) не изменится

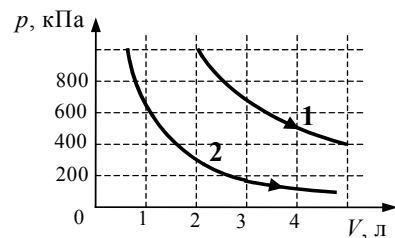
A11

На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



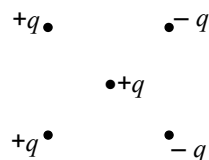
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 1,5

A12 На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. Судя по графикам,



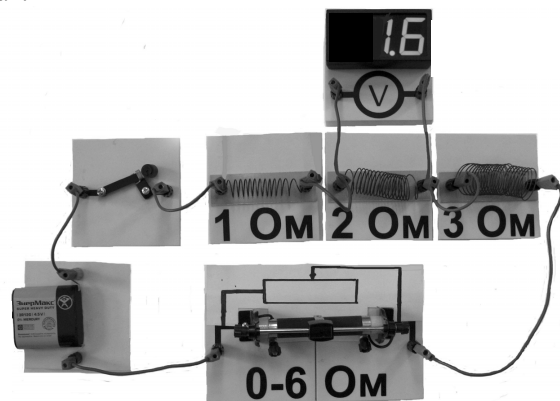
- 1) оба процесса идут при одной и той же температуре
- 2) в процессе 1 газ начал расширяться позже, чем в процессе 2
- 3) процесс 1 идет при более высокой температуре
- 4) процесс 2 идет при более высокой температуре

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

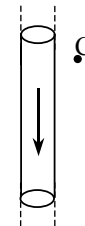
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,4 В
- 2) 0,8 В
- 3) 1,6 В
- 4) 2,4 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

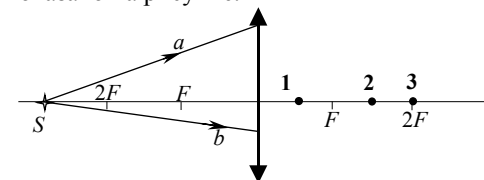


- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 3) в плоскости чертежа вверх \uparrow
- 4) в плоскости чертежа вниз \downarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наибольшей?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_1 и C_2
- 3) L_2 и C_2
- 4) L_2 и C_1

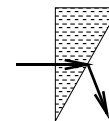
A17 От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $3F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

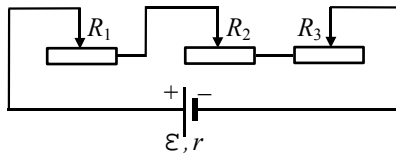
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A18 Ученик выполнил задание «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



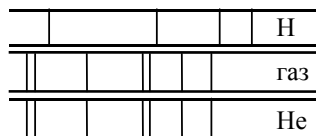
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата (R_2) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на первом реостате (R_1) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго (R_2) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



- 1) $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$
- 2) $R_2 = 9 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
- 3) $R_2 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 8 \text{ Ом}$
- 4) $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). По анализу спектра можно заключить, что в химический состав газа входят атомы



- 1) только водорода
- 2) водорода и гелия
- 3) только гелия
- 4) водорода, гелия и еще какого-то вещества

- A21** Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Если изначально было 104 г этого изотопа, то примерно сколько его будет через 5,2 года?

- 1) 13 г
- 2) 26 г
- 3) 39 г
- 4) 52 г

- A22** Радиоактивный аstat $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

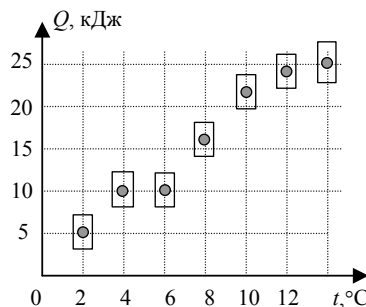
- A23** Красная граница фотоэффекта для натрия $\lambda_{\text{кр}} = 540 \text{ нм}$. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокаатода, освещенного светом частотой $\nu = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

- 1) 2,30 В
- 2) 0,80 В
- 3) 0,60 В
- 4) 0,45 В

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 2) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 3) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

- A25** Ученику задали определить удельную теплоемкость выданного ему вещества. Ученик измерял количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг исследуемого вещества до той или иной температуры. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно утверждать, что



- 1) удельная теплоемкость оказалась точно равной $1,5 \text{ кДж/(кг·К)}$.
- 2) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества уменьшалась
- 3) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества увеличивалась
- 4) удельная теплоемкость оказалась приблизительно равной 2 кДж/(кг·К)

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

- В1** В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

- А) парциальное давление первого газа 1) увеличилось
 Б) парциальное давление второго газа 2) уменьшилось
 В) давление смеси газов в сосуде 3) не изменилось

А	Б	В

- В2** На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала меньшей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

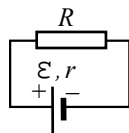
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) сила тока
 Б) напряжение на внешнем сопротивлении

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

А	Б



Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- В3** За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.

- В4** В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него помещают кусок льда, масса которого 40 г и температура -10°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$).

- В5** Дифракционная решетка, имеющая 750 штрихов на 1 см, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами, расположенными слева и справа от центрального (нулевого), равно 22,5 см. Ответ выразите в микрометрах (мкм) и округлите до десятых. Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

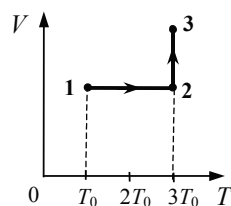
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна v_0 , а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы v_0 ?

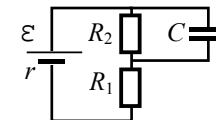


- C3** Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ K). На участке 2–3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



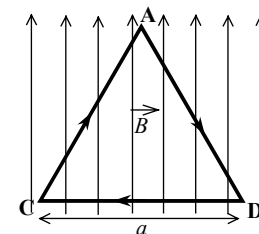
C4

Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD и по модулю равен B . По рамке протекает ток I по часовой стрелке. При каком значении массы рамки она начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Каким было отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2}$ в этих опытах, если работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 142

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

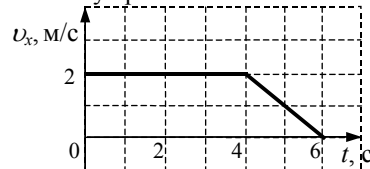
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

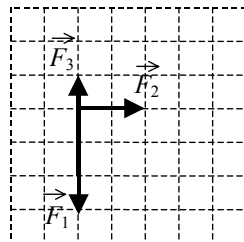
- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 10 м 4) 12 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_3 = 1$ Н?

- 1) 6 Н
2) $\sqrt{8}$ Н
3) 4 Н
4) $\sqrt{13}$ Н



- A3** Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?

- 1) 3,5 Н 2) 4 Н 3) 4,5 Н 4) 5 Н

- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы 5 Н импульс тела уменьшился от 25 кг·м/с до 15 кг·м/с. Для этого потребовалось

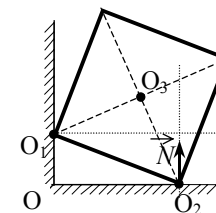
- 1) 1 с 2) 2 с 3) 3 с 4) 4 с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 0,5 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины уменьшить в 5 раз?

- 1) 5 с 2) 0,1 с 3) 1,5 с 4) 0,5 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим — на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости рисунка, равно

- 1) OO_2
2) O_1O_3
3) OO_1
4) 0



- A7** Мальчик толкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

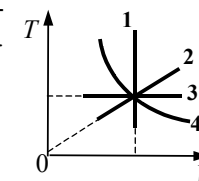
- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

- A8** Температура тела А равна 373 К, температура тела Б равна 10°C. Температура какого из тел выше?

- 1) температура тела А
2) температура тела Б
3) температура тел одинакова
4) такой температуры, какая указана для тела А, быть не может

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

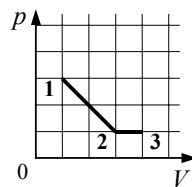
- 1) изотерму
2) изобару
3) изохору
4) адиабату



- A10** Если повысить абсолютную температуру одноатомного идеального газа в 2 раза при неизменных давлении и количестве вещества, то его внутренняя энергия

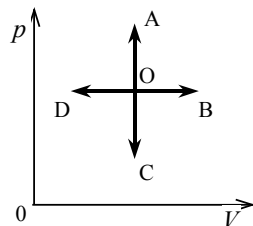
- 1) увеличивается в 2 раза
2) уменьшается в 2 раза
3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
4) не изменяется

A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



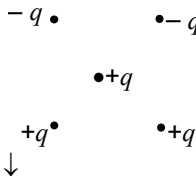
- 1) 6 2) 2 3) 3 4) 4

A12 На рисунке представлены графики процессов в идеальном газе. Масса газа постоянна. Изохорному нагреванию соответствует



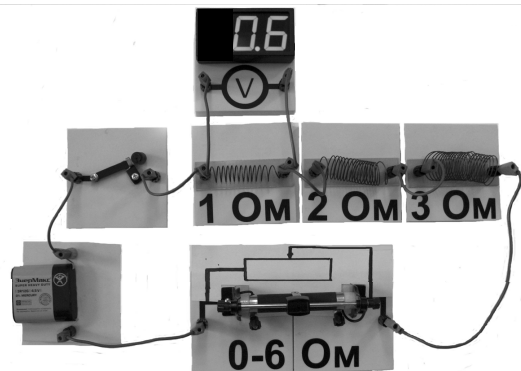
- 1) OA
2) OB
3) OC
4) OD

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

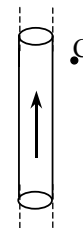
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 В 2) 0,6 В 3) 1,2 В 4) 1,8 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

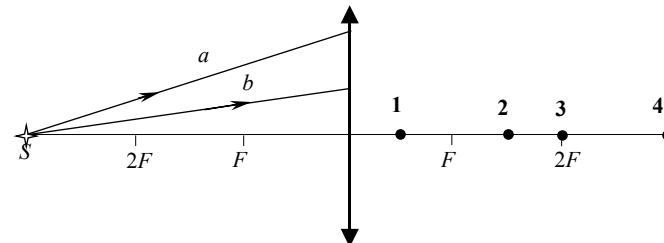


- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина λ электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наименьшей?

- 1) L_1 и C_1 2) L_2 и C_1 3) L_1 и C_2 4) L_2 и C_2

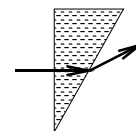
A17 От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $3F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

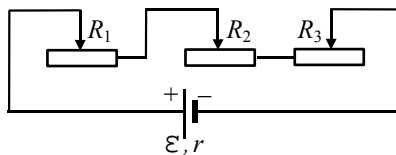
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A18 Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



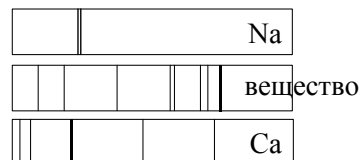
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата (R_2) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, увеличилась вдвое. Мощность на первом реостате (R_1) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго (R_2) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



- 1) $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$
- 2) $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$
- 3) $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$
- 4) $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 7 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество



- 1) содержит атомы кальция (Ca)
- 2) содержит атомы натрия (Na)
- 3) содержит атомы кальция и натрия
- 4) не содержит атомов кальция и натрия

- A21** Какая доля радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 100 %
- 2) 75 %
- 3) 50 %
- 4) 25 %

- A22** Радиоактивный аstat $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

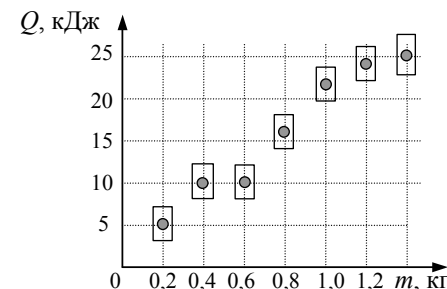
- A23** При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$ запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,8 В. Найдите красную границу фотоэффекта для натрия.

- 1) 400 нм
- 2) 430 нм
- 3) 540 нм
- 4) 2160 нм

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать циклическую частоту колебаний этого маятника?

- 1) массы маятника m и длины его нити l
- 2) массы маятника m и амплитуды его колебаний A
- 3) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g

- A25** Ученику задали определить удельную теплоту плавления выданного ему вещества. Он измерял, какое количество теплоты необходимо для плавления разной массы исследуемого вещества, уже нагретого до температуры плавления. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно сказать, что



- 1) образцы разной массы исследуемого вещества имеют разную удельную теплоту плавления
- 2) удельная теплота плавления увеличивается с увеличением массы образца
- 3) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 15 кДж/кг
- 4) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 20 кДж/кг

Часть 2

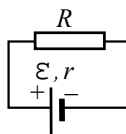
В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

- В1** В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) парциальное давление первого газа	1) увеличилось
Б) парциальное давление второго газа	2) уменьшилось
В) давление смеси газов в сосуде	3) не изменилось

А	Б	В

- В2** Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменяется сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) сила тока	1) увеличится
Б) напряжение на внешнем сопротивлении	2) уменьшится
	3) не изменится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- В3** Сколько времени потребуется для уменьшения скорости тела в 3 раза при его движении в одном направлении с ускорением $(-5) \text{ м/с}^2$ на пути в 20 м?

- В4** В калориметре находится 100 г воды при 0°C . В него помещают 60 г льда при температуре -20°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

- В5** Дифракционная решетка расположена параллельно экрану на расстоянии 0,7 м от него. При нормальном падении на решетку светового пучка с длиной волны 0,43 мкм первый дифракционный максимум на экране находится на расстоянии 3 см от центральной светлой полосы. Определите количество штрихов на 1 мм для этой дифракционной решетки. Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$. Ответ округлите до целых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

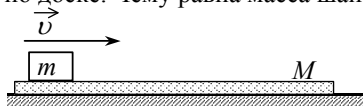
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

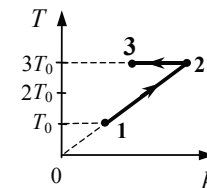
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

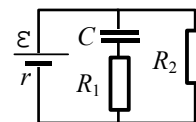
- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m . Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы m ?



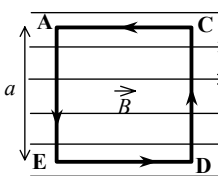
- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



- C4** Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



- C5** На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B . По рамке против часовой стрелки протекает ток I . При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



- C6** В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны в первом опыте λ_1 , если во втором она составляла $\lambda_2 = 540$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 143

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

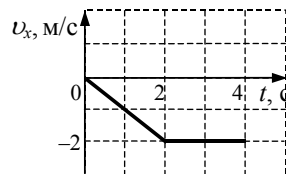
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

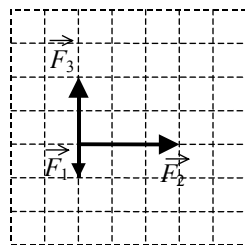
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?



- 1) 8 м
- 2) 6 м
- 3) 4 м
- 4) 5 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н?



- 1) $\sqrt{10}$ Н
- 2) 6 Н
- 3) 4 Н
- 4) $\sqrt{13}$ Н

- A3** Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 5 см, а под действием силы 4 Н – на 10 см. Насколько удлинится эта пружина под действием силы 3 Н?

- 1) 6 см
- 2) 7,5 см
- 3) 9 см
- 4) 12,5 см

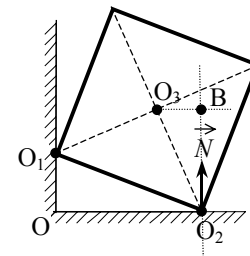
- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. На тело в течение 4 с действует постоянная сила, равная по модулю 10 Н. Каково изменение импульса тела за это время?

- 1) 40 кг·м/с
- 2) 10 кг·м/с
- 3) 2,5 кг·м/с
- 4) 0,4 кг·м/с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 4 с
- 4) 0,5 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) 0
- 2) O_2O_3
- 3) O_2B
- 4) O_3B

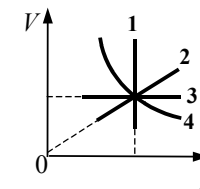
- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 12,5 м/с
- 4) 15 м/с

- A8** Температура тела А равна 100 К, температура тела Б равна 100°C. Какое утверждение является правильным?

- 1) температура тела А выше, чем температура тела Б
- 2) температура тела Б выше, чем температура тела А
- 3) температуры тел А и Б одинаковы
- 4) сравнивать значения температуры тел нельзя, так как они приведены в разных единицах

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

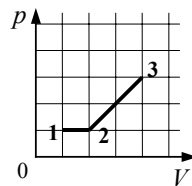


- 1) адиабату
- 2) изотерму
- 3) изобару
- 4) изохору

- A10** Если повысить абсолютную температуру одноатомного идеального газа в 2 раза при неизменных давлении и количестве вещества, то его внутренняя энергия

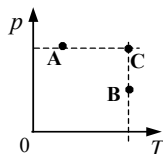
- 1) увеличивается в 2 раза
- 2) уменьшается в 2 раза
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) не изменяется

A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



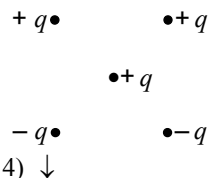
- 1) 0,25 2) 2 3) 0,5 4) 4

A12 Три состояния идеального газа неизменной массы показаны на pT -диаграмме точками А, В и С. Как соотносятся объемы газа в этих состояниях?



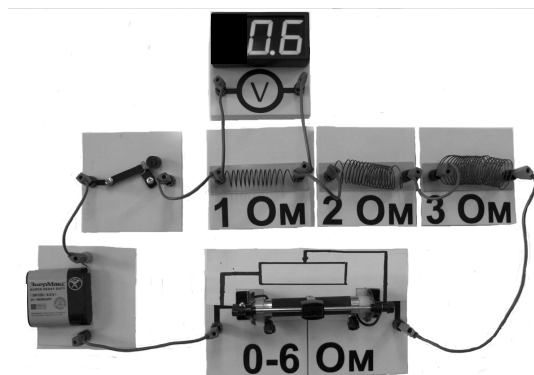
- 1) $V_A < V_B$
2) $V_A > V_B$
3) $V_A = V_B$
4) $V_A = V_C$

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?



- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

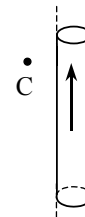
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 2 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 В 2) 0,6 В 3) 1,2 В 4) 1,8 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

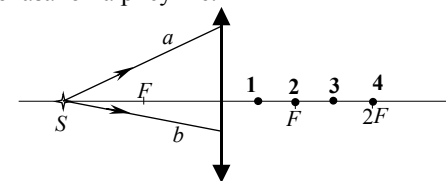


- 1) в плоскости рисунка вверх \uparrow
2) в плоскости рисунка вниз \downarrow
3) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
4) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина λ электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наибольшей?

- 1) L_1 и C_2 2) L_1 и C_1 3) L_2 и C_1 4) L_2 и C_2

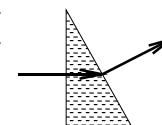
A17 От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси собирающей тонкой линзы на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

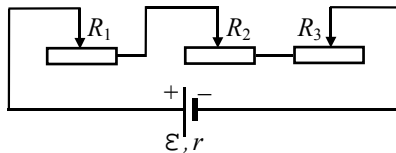
A18 Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

A19

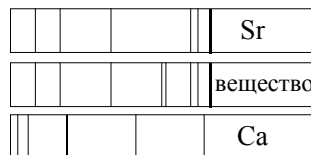
В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата (R_1) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на втором реостате (R_2) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого (R_1) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



- 1) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$
- 2) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$
- 3) $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
- 4) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$

A20

На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество содержит



- 1) только кальций (Ca)
- 2) только стронций (Sr)
- 3) кальций и еще какое-то неизвестное вещество
- 4) стронций и еще какое-то неизвестное вещество

A21

Период полураспада изотопа кислорода $^{14}_8\text{O}_2$ составляет 71 с. Какая доля от большого количества радиоактивных атомов кислорода остается нераспавшейся через интервал времени, равный 142 с?

- 1) 25%
- 2) 50%
- 3) 75%
- 4) 0%

A22

Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

A23

При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$ запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,8 В. Найдите красную границу фотоэффекта для натрия.

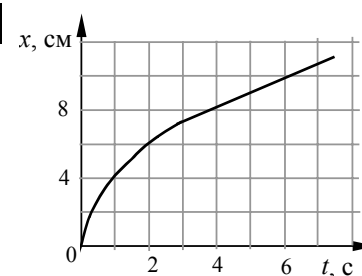
- 1) 400 нм
- 2) 430 нм
- 3) 540 нм
- 4) 2160 нм

A24

Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать частоту колебаний математического маятника?

- 1) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25



Легкий шарик погрузили на дно сосуда с водой и отпустили. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,

- 1) шарик после 3 с движется с постоянной скоростью
- 2) ускорение шарика увеличивается в процессе всплытия
- 3) первые 3 с шарик движется равномерно, а после 3 с равноускоренно
- 4) шарик всплывает с постоянным ускорением

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) парциальное давление первого газа

1) увеличилось

Б) парциальное давление второго газа

2) уменьшилось

В) давление смеси газов в сосуде

3) не изменилось

А	Б	В

В2 Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?

Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) сила тока

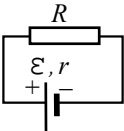
1) увеличится

Б) напряжение на внешнем сопротивлении

2) уменьшится

3) не изменится

А	Б



Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время t увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с^2 .

В4 В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него помещают кусок льда, масса которого 20 г и температура -15°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5 Дифракционная решетка, имеющая 100 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 2,5 м от него и освещается нормально падающим пучком света длиной волны 600 нм. Определите расстояние между вторыми дифракционными максимумами справа и слева от центрального (нулевого). Ответ выразите в сантиметрах (см). Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

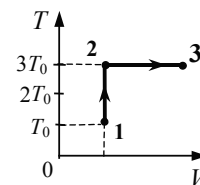
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой M . По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса доски M ?



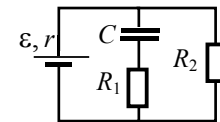
C3



Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершенной газом в ходе процесса.

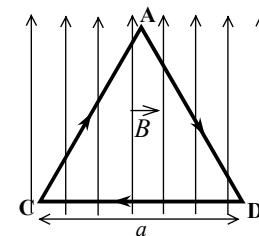
C4

Чему равен электрический заряд конденсатора емкости $C = 1000$ мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течет ток I , находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m ?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны во втором опыте λ_2 , если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 144

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

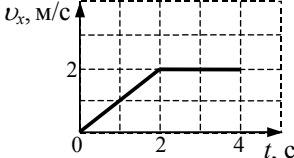
Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

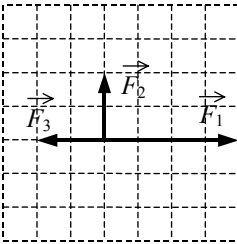
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?
- 
- 1) 6 м
 - 2) 8 м
 - 3) 4 м
 - 4) 5 м

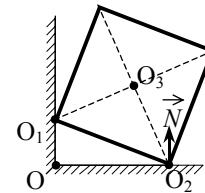
- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 4$ Н?
- 
- 1) 8 Н
 - 2) 4 Н
 - 3) $\sqrt{20}$ Н
 - 4) $\sqrt{8}$ Н

- A3** Пружина, жесткость которой $k = 10^4$ Н/м, под действием силы 100 Н растянется на
- 1) 1 м
 - 2) 10 см
 - 3) 1 см
 - 4) 1 мм

- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 5 Н, импульс тела изменился на 10 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого?
- 1) 0,5 с
 - 2) 2 с
 - 3) 5 с
 - 4) 50 с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жесткость пружины вдвое уменьшить?
- 1) 4 с
 - 2) 8 с
 - 3) 2 с
 - 4) 6 с

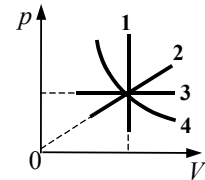
- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости чертежа, равно



- 1) 0
- 2) O_2O
- 3) O_1O
- 4) O_2O_1

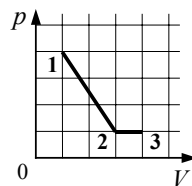
- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна
- 1) 7,5 м/с
 - 2) 10 м/с
 - 3) 12,5 м/с
 - 4) 15 м/с

- A8** Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у всех этих газов одинаковы значения
- 1) парциального давления
 - 2) температуры
 - 3) концентрации молекул
 - 4) плотности

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?
- 
- 1) адиабату
 - 2) изотерму
 - 3) изобару
 - 4) изохору

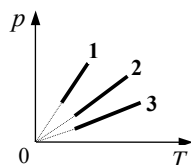
- A10** Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?
- 1) увеличится в 2 раза
 - 2) уменьшится в 2 раза
 - 3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
 - 4) не изменится

- A11** На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



- 1) 6 2) 5 3) 3 4) 4

- A12** Какой из показанных на рисунке изохорных процессов в идеальном газе протекает при наибольшем объеме? Масса газа одинакова.

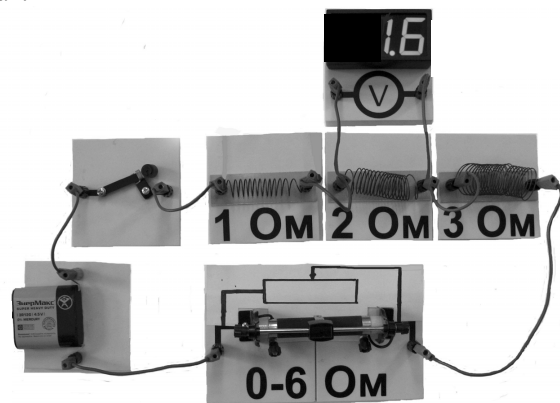


- 1) процесс 1
2) процесс 2
3) процесс 3
4) все процессы протекают при одинаковом значении объема

- A13** Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $2q$, помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?

- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

- A14** На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить к последовательно включенным резисторам 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 1,6 В 2) 3,2 В 3) 4,8 В 4) 6,0 В

- A15** На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

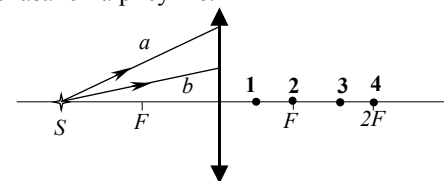


- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

- A16** В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наименьшей?

- 1) L_2 и C_1 2) L_1 и C_2 3) L_1 и C_1 4) L_2 и C_2

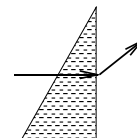
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

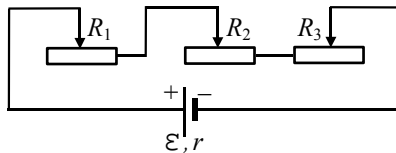
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха на одну из граней стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



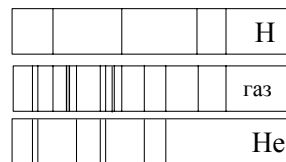
- 1) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
2) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
3) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата (R_1) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, увеличилась вдвое. Мощность на втором реостате (R_2) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого (R_1) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



- 1) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$
- 2) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$
- 3) $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$
- 4) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине) и спектры поглощения атомов известных газов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит



- 1) только водород
- 2) только гелий
- 3) только водород и гелий
- 4) водород, гелий и еще какое-то вещество

- A21** Период полураспада радиоактивного изотопа кальция $^{45}_{20}\text{Ca}$ составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов $^{45}_{20}\text{Ca}$, то примерно сколько их будет через 328 суток?

- 1) $2 \cdot 10^{24}$
- 2) $1 \cdot 10^{24}$
- 3) $1 \cdot 10^6$
- 4) 0

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

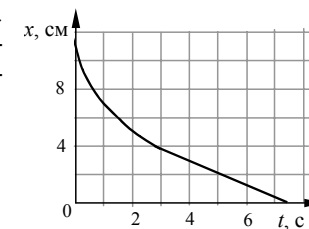
- A23** Красная граница фотоэффекта для натрия $\lambda_{\text{кр}} = 540 \text{ нм}$. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокаатода, освещенного светом частотой $\nu = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

- 1) 2,30 В
- 2) 0,80 В
- 3) 0,60 В
- 4) 0,45 В

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать длину нити математического маятника?

- 1) амплитуды колебаний маятника A и его периода колебаний T
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) периода колебаний маятника T и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

- A25** Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



- 1) шарик все время двигался с постоянным ускорением
- 2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения
- 3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью
- 4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) парциальное давление первого газа

1) увеличилось

Б) парциальное давление второго газа

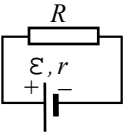
2) уменьшилось

В) давление смеси газов в сосуде

3) не изменилось

А	Б	В

В2 На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала большей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) сила тока

1) увеличится

Б) напряжение на внешнем сопротивлении

2) уменьшится

3) не изменится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Какой путь пройдет тело по прямой за 2 с, если его скорость увеличивается за это время в 3 раза, а ускорение равно 5 м/с^2 и не меняется?

В4 В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура -5°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5 Дифракционная решетка, имеющая 125 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света длиной волны $\lambda = 420\text{ нм}$. На экране второй дифракционный максимум наблюдается на расстоянии 4,2 см от центрального. Определите расстояние от решетки до экрана. Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

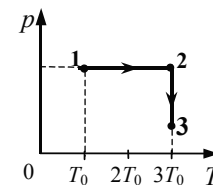
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?



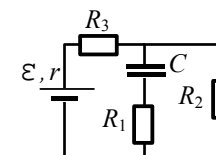
C3

Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3. На участке 2 – 3 к газу подводят 2500 Дж теплоты, $T_0 = 300$ К. Найдите отношение количества подведенной к газу теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса.



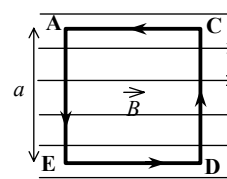
C4

В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD. По рамке против часовой стрелки протекает ток I , масса рамки m . При каком значении модуля вектора магнитной индукции рамка начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{v_1}{v_2} = 2$ раза. Какова работа выхода с поверхности металла?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 145

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

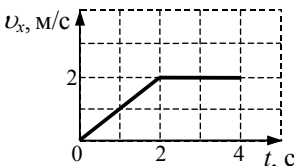
Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

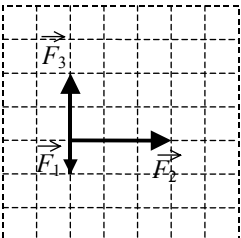
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

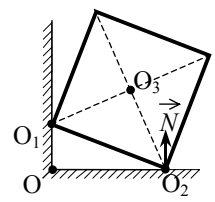
- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?
- 
- 1) 6 м
2) 8 м
3) 4 м
4) 5 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н?
- 
- 1) $\sqrt{10}$ Н
2) 6 Н
3) 4 Н
4) $\sqrt{13}$ Н

- A3** Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м под действием силы 1000 Н растянется на
- 1) 1 м
2) 1 см
3) 10 см
4) 1 мм

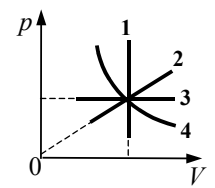
- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 5 Н, импульс тела изменился на 10 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого?
- 1) 0,5 с
2) 2 с
3) 5 с
4) 50 с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 0,5 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины уменьшить в 5 раз?
- 1) 5 с
2) 0,1 с
3) 1,5 с
4) 0,5 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_2 перпендикулярно плоскости рисунка, равно
- 
- 1) 0
2) O_2O
3) O_1O
4) O_2O_1

- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна
- 1) 7,5 м/с
2) 10 м/с
3) 12,5 м/с
4) 15 м/с

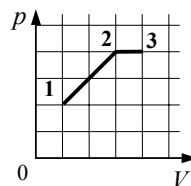
- A8** Температура тела А равна 373 К, температура тела Б равна 10°C. Температура какого из тел выше?
- 1) температура тела А
2) температура тела Б
3) температура тел одинакова
4) такой температуры, какая указана для тела А, быть не может

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?
- 
- 1) адиабату
2) изотерму
3) изобару
4) изохору

A10 Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?

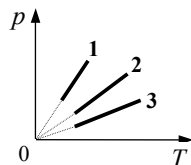
- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
- 4) не изменится

A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



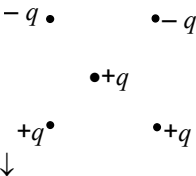
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1,5

A12 Какой из показанных на рисунке изохорных процессов в идеальном газе протекает при наибольшем объеме? Масса газа одинакова.



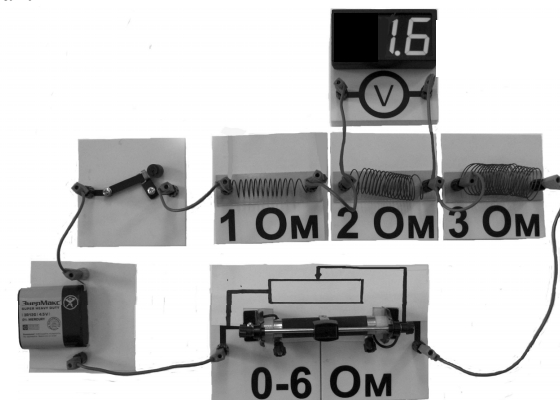
- 1) процесс 1
- 2) процесс 2
- 3) процесс 3
- 4) все процессы протекают при одинаковом значении объема

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

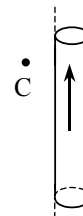
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,4 В
- 2) 0,8 В
- 3) 1,6 В
- 4) 2,4 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

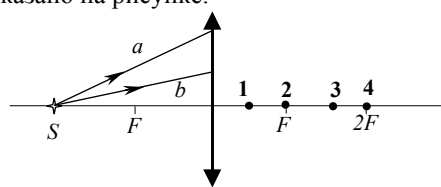


- 1) в плоскости рисунка вверх \uparrow
- 2) в плоскости рисунка вниз \downarrow
- 3) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 4) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина λ электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наименьшей?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_1
- 3) L_1 и C_2
- 4) L_2 и C_2

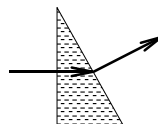
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

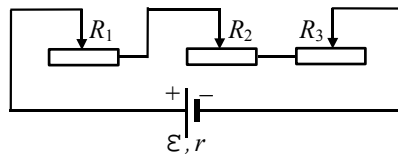
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



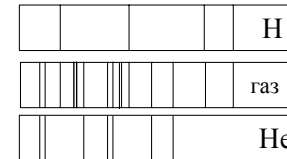
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата (R_2) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на первом реостате (R_1) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго (R_2) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



- 1) $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$
2) $R_2 = 9 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
3) $R_2 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 8 \text{ Ом}$
4) $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине) и спектры поглощения атомов известных газов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит



- 1) только водород
2) только гелий
3) только водород и гелий
4) водород, гелий и еще какое-то вещество

- A21** Какая доля радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 100 % 2) 75 % 3) 50 % 4) 25 %

- A22** Радиоактивный аstat $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

- A23** При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$ запирающее напряжение для фотоэлектронов равно $0,8 \text{ В}$. Найдите красную границу фотоэффекта для натрия.

- 1) 400 нм 2) 430 нм 3) 540 нм 4) 2160 нм

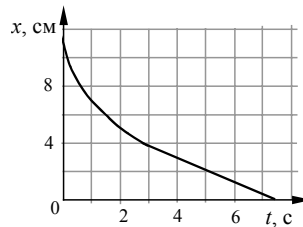
- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать циклическую частоту колебаний этого маятника?

- 1) массы маятника m и длины его нити l
2) массы маятника m и амплитуды его колебаний A
3) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
4) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25

Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,

- 1) шарик все время двигался с постоянным ускорением
- 2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения
- 3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью
- 4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью



Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

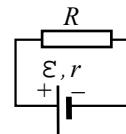
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось |
| В) давление смеси газов в сосуде | 3) не изменилось |

А	Б	В

В2

На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала меньшей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|-----------------|
| А) сила тока | 1) увеличится |
| Б) напряжение на внешнем сопротивлении | 2) уменьшится |
| | 3) не изменится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время t увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с^2 .

В4

В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура -5°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5

Дифракционная решетка расположена параллельно экрану на расстоянии 0,7 м от него. При нормальном падении на решетку светового пучка с длиной волны 0,43 мкм первый дифракционный максимум на экране находится на расстоянии 3 см от центральной светлой полосы. Определите количество штрихов на 1 мм для этой дифракционной решетки. Считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$. Ответ округлите до целых.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

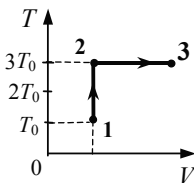
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

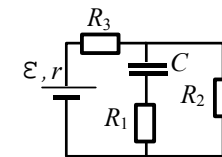
- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна u_0 , а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы u_0 ?



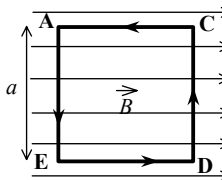
- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ K). На участке 2–3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершенной газом в ходе процесса.



- C4** В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



- C5** На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B . По рамке против часовой стрелки протекает ток I . При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



- C6** В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны во втором опыте λ_2 , если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 147

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

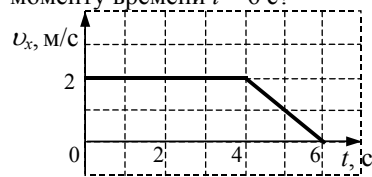
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

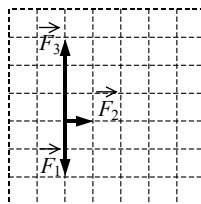
- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 10 м 4) 12 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_2 = 1$ Н?

- 1) 2 Н
2) 6 Н
3) $\sqrt{2}$ Н
4) $\sqrt{10}$ Н



- A3** Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 5 см, а под действием силы 4 Н – на 10 см. Насколько удлинится эта пружина под действием силы 3 Н?

- 1) 6 см 2) 7,5 см 3) 9 см 4) 12,5 см

- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы 5 Н импульс тела уменьшился от 25 кг·м/с до 15 кг·м/с. Для этого потребовалось

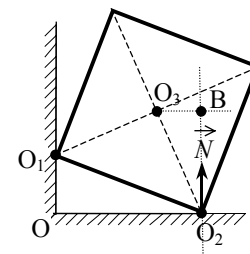
- 1) 1 с 2) 2 с 3) 3 с 4) 4 с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жесткость пружины вдвое уменьшить?

- 1) 4 с 2) 8 с 3) 2 с 4) 6 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости рисунка, равно

- 1) 0
2) O_2O_3
3) O_2B
4) O_3B



- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

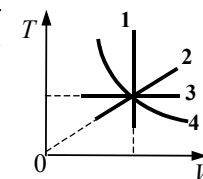
- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

- A8** Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у всех этих газов одинаковы значения

- 1) парциального давления
2) температуры
3) концентрации молекул
4) плотности

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

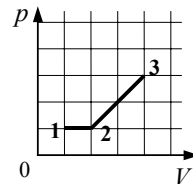
- 1) изотерму
2) изобару
3) изохору
4) адиабату



A10 Если повысить абсолютную температуру одноатомного идеального газа в 2 раза при неизменных давлении и количестве вещества, то его внутренняя энергия

- 1) увеличивается в 2 раза
- 2) уменьшается в 2 раза
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) не изменяется

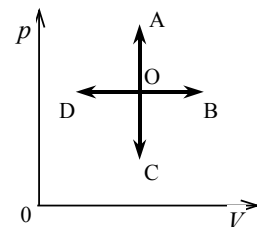
A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



- 1) 0,25
- 2) 2
- 3) 0,5
- 4) 4

A12 На рисунке представлены графики процессов в идеальном газе. Масса газа постоянна. Изохорному нагреванию соответствует

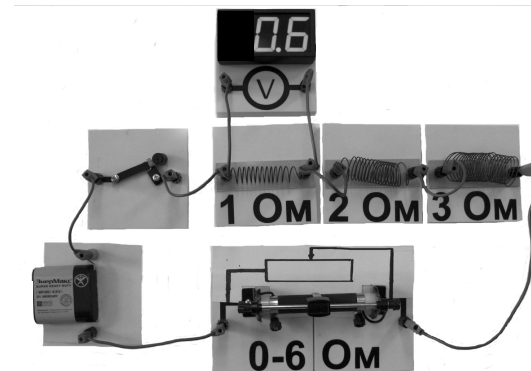
- 1) OA
- 2) OB
- 3) OC
- 4) OD



A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $2q$, помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?

- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

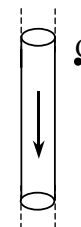
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 2 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 В
- 2) 0,6 В
- 3) 1,2 В
- 4) 1,8 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

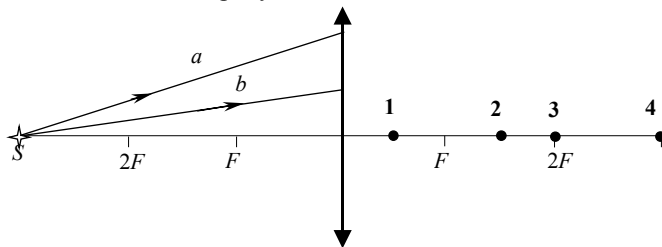


- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 3) в плоскости чертежа вверх \uparrow
- 4) в плоскости чертежа вниз \downarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наименьшей?

- 1) L_2 и C_1
- 2) L_1 и C_2
- 3) L_1 и C_1
- 4) L_2 и C_2

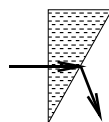
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $3F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

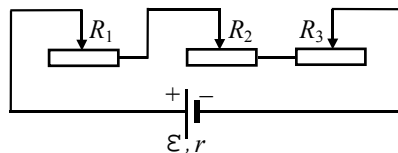
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



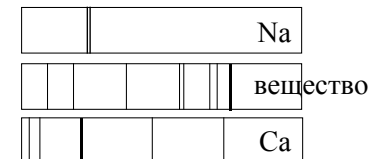
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата (R_1) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на втором реостате (R_2) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого (R_1) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



- 1) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$
- 2) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$
- 3) $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
- 4) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество



- 1) содержит атомы кальция (Ca)
- 2) содержит атомы натрия (Na)
- 3) содержит атомы кальция и натрия
- 4) не содержит атомов кальция и натрия

- A21** Период полураспада радиоактивного изотопа кальция $^{45}_{20}\text{Ca}$ составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов $^{45}_{20}\text{Ca}$, то примерно сколько их будет через 328 суток?

- 1) $2 \cdot 10^{24}$
- 2) $1 \cdot 10^{24}$
- 3) $1 \cdot 10^6$
- 4) 0

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

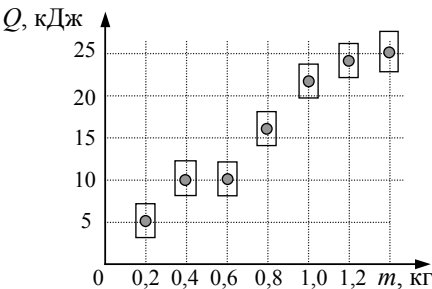
- A23** Красная граница фотоэффекта для натрия $\lambda_{\text{кр}} = 540 \text{ нм}$. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокаатода, освещенного светом частотой $\nu = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

- 1) 2,30 В
- 2) 0,80 В
- 3) 0,60 В
- 4) 0,45 В

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать длину нити математического маятника?

- 1) амплитуды колебаний маятника A и его периода колебаний T
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) периода колебаний маятника T и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25 Ученику задали определить удельную теплоту плавления выданного ему вещества. Он измерял, какое количество теплоты необходимо для плавления разной массы исследуемого вещества, уже нагретого до температуры плавления. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно сказать, что



- 1) образцы разной массы исследуемого вещества имеют разную удельную теплоту плавления
- 2) удельная теплота плавления увеличивается с увеличением массы образца
- 3) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 15 кДж/кг
- 4) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 20 кДж/кг

Часть 2

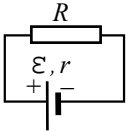
В заданиях B1–B2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1 В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ИХ ИЗМЕНЕНИЕ |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось |
| В) давление смеси газов в сосуде | 3) не изменилось |

А	Б	В

B2 Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ИХ ИЗМЕНЕНИЕ |
|--|-----------------|
| А) сила тока | 1) увеличится |
| Б) напряжение на внешнем сопротивлении | 2) уменьшится |
| | 3) не изменится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3 За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.

B4 В калориметре находится 100 г воды при 0°C. В него помещают 60 г льда при температуре – 20°C. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия (°C).

B5 Дифракционная решетка, имеющая 125 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света длиной волны $\lambda = 420$ нм. На экране второй дифракционный максимум наблюдается на расстоянии 4,2 см от центрального. Определите расстояние от решетки до экрана. Считать $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$.

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

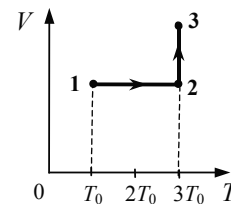
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой M . По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса доски M ?



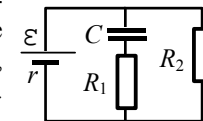
C3

Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



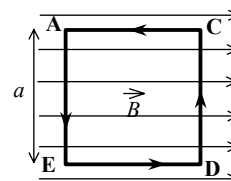
C4

Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD. По рамке против часовой стрелки протекает ток I , масса рамки m . При каком значении модуля вектора магнитной индукции рамка начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Каким было отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2}$ в этих опытах, если работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 148

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

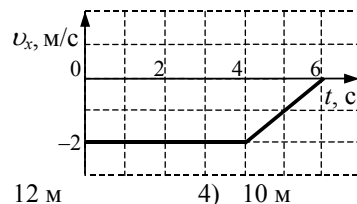
Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

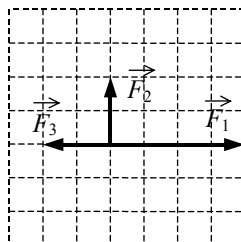
Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 12 м 4) 10 м

A2

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 4$ Н?



- 1) 8 Н
2) 4 Н
3) $\sqrt{20}$ Н
4) $\sqrt{8}$ Н

A3

Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?

- 1) 3,5 Н 2) 4 Н 3) 4,5 Н 4) 5 Н

A4

Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на 6 кг·м/с. Каков модуль силы?

- 1) 0,5 Н 2) 2 Н 3) 9 Н 4) 18 Н

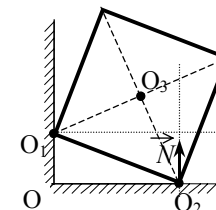
A5

Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с 2) 2 с 3) 4 с 4) 0,5 с

A6

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) O_1O_2
2) O_1O_3
3) O_1O_1
4) 0

A7

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

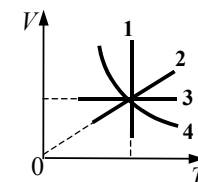
A8

Температура тела А равна 100 К, температура тела Б равна 100°C. Какое утверждение является правильным?

- 1) температура тела А выше, чем температура тела Б
2) температура тела Б выше, чем температура тела А
3) температуры тел А и Б одинаковы
4) сравнивать значения температуры тел нельзя, так как они приведены в разных единицах

A9

На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

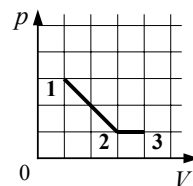


- 1) адиабату
2) изохору
3) изобару
4) изотерму

A10 Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?

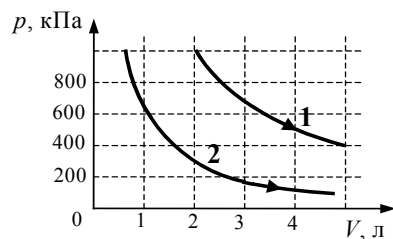
- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
- 4) не изменится

A11 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



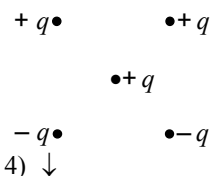
- 1) 6
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A12 На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. Судя по графикам,



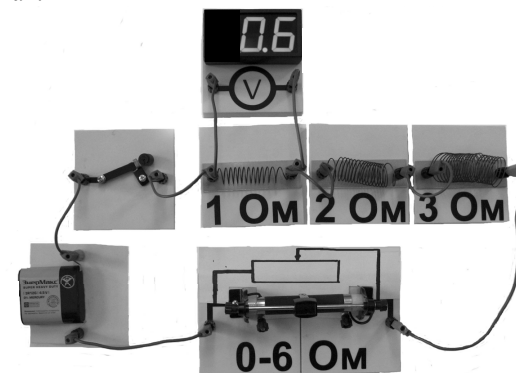
- 1) оба процесса идут при одной и той же температуре
- 2) в процессе 1 газ начал расширяться позже, чем в процессе 2
- 3) процесс 1 идет при более высокой температуре
- 4) процесс 2 идет при более высокой температуре

A13 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?



- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

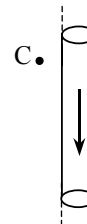
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 3 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 В
- 2) 0,6 В
- 3) 1,2 В
- 4) 1,8 В

A15 На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?



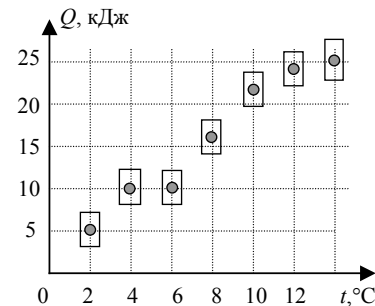
- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
- 2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина λ электромагнитных волн, излучаемых контуром, будет наибольшей?

- 1) L_1 и C_2
- 2) L_1 и C_1
- 3) L_2 и C_1
- 4) L_2 и C_2

A25

Ученику задали определить удельную теплоемкость выданного ему вещества. Ученик измерял количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг исследуемого вещества до той или иной температуры. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно утверждать, что



- 1) удельная теплоемкость оказалась точно равной $1,5 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.
- 2) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества уменьшалась
- 3) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества увеличивалась
- 4) удельная теплоемкость оказалась приблизительно равной $2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$

Часть 2

В заданиях B1–B2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1

В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

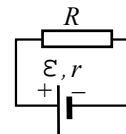
ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось |
| В) давление смеси газов в сосуде | 3) не изменилось |

А	Б	В

B2

Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--|-----------------|
| А) сила тока | 1) увеличится |
| Б) напряжение на внешнем сопротивлении | 2) уменьшится |
| | 3) не изменится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3

Какой путь пройдет тело по прямой за 2 с, если его скорость увеличивается за это время в 3 раза, а ускорение равно 5 м/с^2 и не меняется?

B4

В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него помещают кусок льда, масса которого 40 г и температура -10°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

B5

Дифракционная решетка, имеющая 100 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 2,5 м от него и освещается нормально падающим пучком света длиной волны 600 нм. Определите расстояние между вторыми дифракционными максимумами справа и слева от центрального (нулевого). Ответ выразите в сантиметрах (см). Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

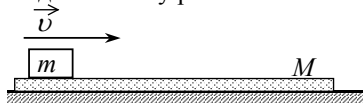
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

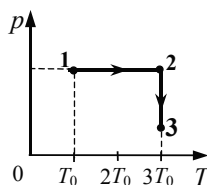
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m . Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы m ?

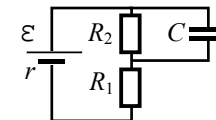


- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3. На участке 2 – 3 к газу подводят 2500 Дж теплоты, $T_0 = 300$ К. Найдите отношение количества подведенной к газу теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса.



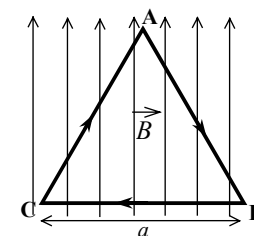
C4

Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течет ток I , находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m ?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{v_1}{v_2} = 2$ раза. Какова работа выхода с поверхности металла?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 149

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

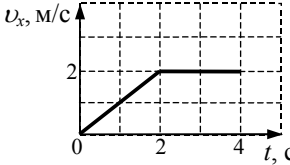
Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

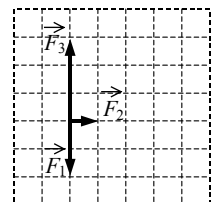
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

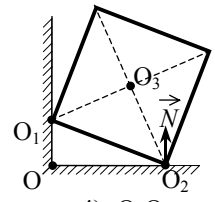
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?
- 
- 1) 6 м
2) 8 м
3) 4 м
4) 5 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_2 = 1$ Н?
- 
- 1) 2 Н
2) 6 Н
3) $\sqrt{2}$ Н
4) $\sqrt{10}$ Н

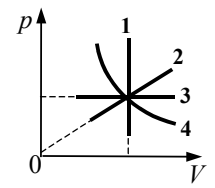
- A3** Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?
- 1) 3,5 Н 2) 4 Н 3) 4,5 Н 4) 5 Н
- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. На тело в течение 4 с действует постоянная сила, равная по модулю 10 Н. Каково изменение импульса тела за это время?
- 1) 40 кг·м/с 2) 10 кг·м/с 3) 2,5 кг·м/с 4) 0,4 кг·м/с

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жесткость пружины вдвое уменьшить?
- 1) 4 с 2) 8 с 3) 2 с 4) 6 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_2 перпендикулярно плоскости рисунка, равно
- 
- 1) 0 2) O_2O 3) O_1O 4) O_2O_1

- A7** Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна
- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

- A8** Температура тела А равна 100 К, температура тела Б равна 100°C. Какое утверждение является правильным?
- 1) температура тела А выше, чем температура тела Б
2) температура тела Б выше, чем температура тела А
3) температуры тел А и Б одинаковы
4) сравнивать значения температуры тел нельзя, так как они приведены в разных единицах

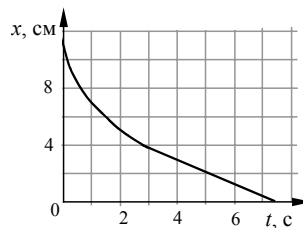
- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?
- 
- 1) адиабату
2) изотерму
3) изобару
4) изохору

- A10** Если повысить абсолютную температуру одноатомного идеального газа в 2 раза при неизменных давлении и количестве вещества, то его внутренняя энергия
- 1) увеличивается в 2 раза
2) уменьшается в 2 раза
3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
4) не изменяется

A25

Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,

- 1) шарик все время двигался с постоянным ускорением
- 2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения
- 3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью
- 4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью



Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной?

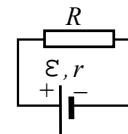
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) парциальное давление первого газа	1) увеличилось
Б) парциальное давление второго газа	2) уменьшилось
В) давление смеси газов в сосуде	3) не изменилось

А	Б	В

В2

Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) сила тока	1) увеличится
Б) напряжение на внешнем сопротивлении	2) уменьшится
	3) не изменится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

Какой путь пройдет тело по прямой за 2 с, если его скорость увеличивается за это время в 3 раза, а ускорение равно 5 м/с^2 и не меняется?

В4

В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура -5°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5

Дифракционная решетка расположена параллельно экрану на расстоянии 0,7 м от него. При нормальном падении на решетку светового пучка с длиной волны 0,43 мкм первый дифракционный максимум на экране находится на расстоянии 3 см от центральной светлой полосы. Определите количество штрихов на 1 мм для этой дифракционной решетки. Считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$. Ответ округлите до целых.

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

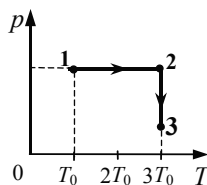
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы равна u_0 , а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна начальная скорость шайбы u_0 ?

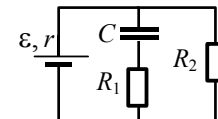


- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3. На участке 2 – 3 к газу подводят 2500 Дж теплоты, $T_0 = 300$ К. Найдите отношение количества подведенной к газу теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса.



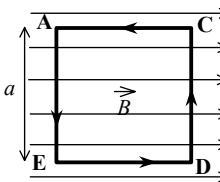
C4

Чему равен электрический заряд конденсатора емкости $C = 1000$ мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю B . По рамке против часовой стрелки протекает ток I . При каком значении массы рамки она начнет поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Каким было отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2}$ в этих опытах, если работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 150

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

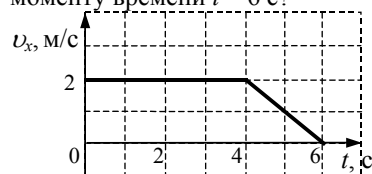
Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

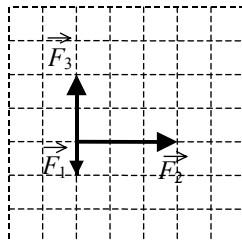
- A1** Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 10 м 4) 12 м

- A2** На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н?

- 1) $\sqrt{10}$ Н
2) 6 Н
3) 4 Н
4) $\sqrt{13}$ Н



- A3** Пружина, жесткость которой $k = 10^4$ Н/м, под действием силы 100 Н растянется на

- 1) 1 м 2) 10 см 3) 1 см 4) 1 мм

- A4** Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на 6 кг·м/с. Каков модуль силы?

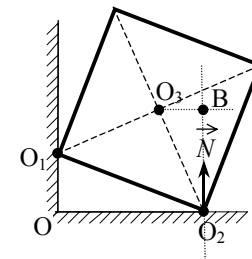
- 1) 0,5 Н 2) 2 Н 3) 9 Н 4) 18 Н

- A5** Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 0,5 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины уменьшить в 5 раз?

- 1) 5 с 2) 0,1 с 3) 1,5 с 4) 0,5 с

- A6** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости рисунка, равно

- 1) 0
2) O_2O_3
3) O_2B
4) O_3B



- A7** Мальчик толкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

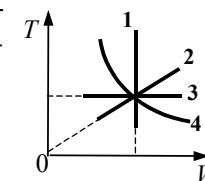
- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

- A8** Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?

- 1) 100 К 2) 173 К 3) 273 К 4) 373 К

- A9** На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

- 1) изотерму
2) изобару
3) изохору
4) адиабату

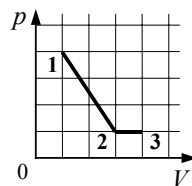


- A10** Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?

- 1) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
4) не изменится

A11

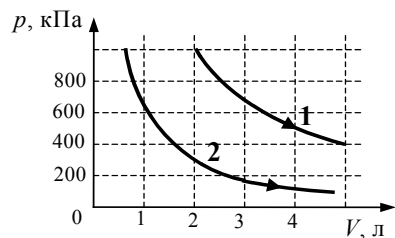
На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?



- 1) 6 2) 5 3) 3 4) 4

A12

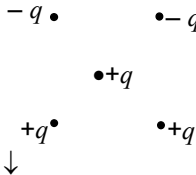
На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. Судя по графикам,



- 1) оба процесса идут при одной и той же температуре
- 2) в процессе 1 газ начал расширяться позже, чем в процессе 2
- 3) процесс 1 идет при более высокой температуре
- 4) процесс 2 идет при более высокой температуре

A13

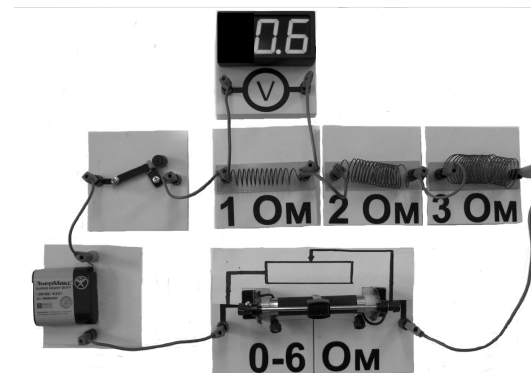
Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд q , помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

A14

На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



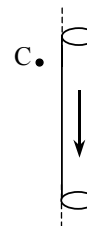
Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 2 Ом? Вольтметр считать идеальным.

- 1) 0,3 B 2) 0,6 B 3) 1,2 B 4) 1,8 B

A15

На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
- 2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

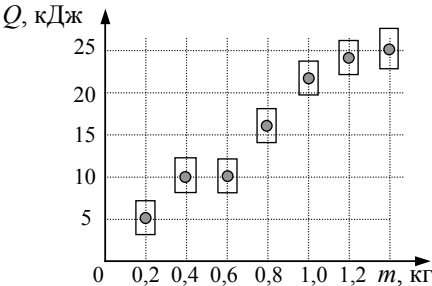


A16

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наибольшей?

- 1) L_1 и C_1 2) L_1 и C_2 3) L_2 и C_2 4) L_2 и C_1

A25 Ученику задали определить удельную теплоту плавления данного ему вещества. Он измерял, какое количество теплоты необходимо для плавления разной массы исследуемого вещества, уже нагретого до температуры плавления. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно сказать, что



- 1) образцы разной массы исследуемого вещества имеют разную удельную теплоту плавления
- 2) удельная теплота плавления увеличивается с увеличением массы образца
- 3) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 15 кДж/кг
- 4) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 20 кДж/кг

Часть 2

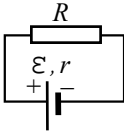
В заданиях B1–B2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1 В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
- А) парциальное давление первого газа
- 1) увеличилось
- Б) парциальное давление второго газа
- 2) уменьшилось
- В) давление смеси газов в сосуде
- 3) не изменилось

А	Б	В

B2 Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
- А) сила тока
- 1) увеличится
- Б) напряжение на внешнем сопротивлении
- 2) уменьшится
-
- 3) не изменится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3 Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время t увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с².

B4 В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C. В него помещают кусок льда, масса которого 40 г и температура –10°C. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия (°C).

B5 Дифракционная решетка, имеющая 750 штрихов на 1 см, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами, расположенными слева и справа от центрального (нулевого), равно 22,5 см. Ответ выразите в микрометрах (мкм) и округлите до десятых. Считать $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

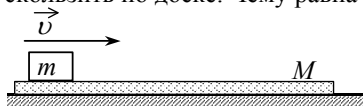
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

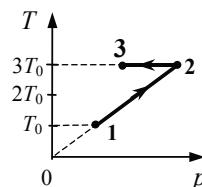
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса пара в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой M . По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса доски M ?

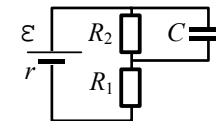


- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



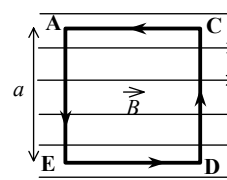
C4

Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции \vec{B} которого перпендикулярен сторонам AE и CD. По рамке против часовой стрелки протекает ток I , масса рамки m . При каком значении модуля вектора магнитной индукции рамка начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны во втором опыте λ_2 , если в первом она составляла $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 151

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

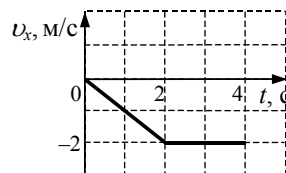
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?

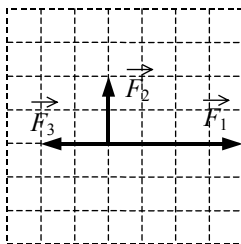
- 1) 8 м
- 2) 6 м
- 3) 4 м
- 4) 5 м



A2

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 4$ Н?

- 1) 8 Н
- 2) 4 Н
- 3) $\sqrt{20}$ Н
- 4) $\sqrt{8}$ Н



A3

Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м под действием силы 1000 Н растянется на

- 1) 1 м
- 2) 1 см
- 3) 10 см
- 4) 1 мм

A4

Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы 5 Н импульс тела уменьшился от 25 кг·м/с до 15 кг·м/с. Для этого потребовалось

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 3 с
- 4) 4 с

A5

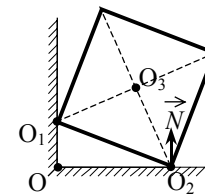
Период колебаний потенциальной энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника и жесткость пружины увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 4 с
- 4) 0,5 с

A6

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости чертежа, равно

- 1) 0
- 2) O_2O
- 3) O_1O
- 4) O_2O_1



A7

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 12,5 м/с
- 4) 15 м/с

A8

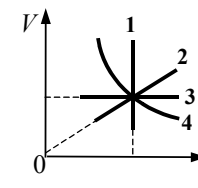
Температура тела А равна 373 К, температура тела Б равна 10°C. Температура какого из тел выше?

- 1) температура тела А
- 2) температура тела Б
- 3) температура тел одинакова
- 4) такой температуры, какая указана для тела А, быть не может

A9

На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

- 1) адиабату
- 2) изотерму
- 3) изобару
- 4) изохору

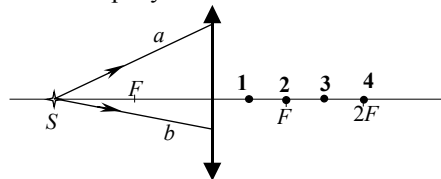


A10

Как изменится внутренняя энергия идеального газа, если его абсолютную температуру понизить в 2 раза при неизменных объеме и количестве вещества?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится или уменьшится в зависимости от изменения давления
- 4) не изменится

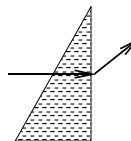
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси собирающей тонкой линзы на расстоянии $2F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

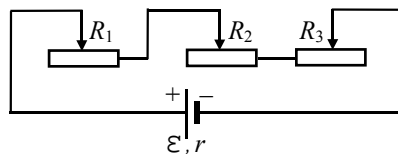
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха на одну из граней стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



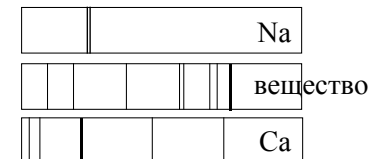
- 1) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
- 2) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
- 3) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата (R_2) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на первом реостате (R_1) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго (R_2) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



- 1) $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$
- 2) $R_2 = 9 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
- 3) $R_2 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 8 \text{ Ом}$
- 4) $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество



- 1) содержит атомы кальция (Ca)
- 2) содержит атомы натрия (Na)
- 3) содержит атомы кальция и натрия
- 4) не содержит атомов кальция и натрия

- A21** Период полураспада изотопа кислорода $^{14}_8\text{O}_2$ составляет 71 с. Какая доля от большого количества радиоактивных атомов кислорода остается нераспавшейся через интервал времени, равный 142 с?

- 1) 25% 2) 50% 3) 75% 4) 0%

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) асата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

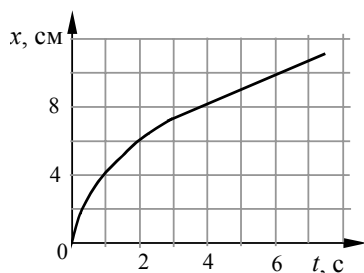
- A23** Красная граница фотоэффекта для натрия $\lambda_{\text{кр}} = 540 \text{ нм}$. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокаатода, освещенного светом частотой $\nu = 7,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

- 1) 2,30 В 2) 0,80 В 3) 0,60 В 4) 0,45 В

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать циклическую частоту колебаний этого маятника?

- 1) массы маятника m и длины его нити l
- 2) массы маятника m и амплитуды его колебаний A
- 3) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25



Легкий шарик погрузили на дно сосуда с водой и отпустили. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,

- 1) шарик после 3 с движется с постоянной скоростью
- 2) ускорение шарика увеличивается в процессе всплытия
- 3) первые 3 с шарик движется равномерно, а после 3 с равноускоренно
- 4) шарик всплывает с постоянным ускорением

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

- В1** В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

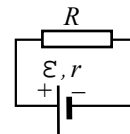
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось |
| В) давление смеси газов в сосуде | 3) не изменилось |

А	Б	В

B2

На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала большей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|-----------------|
| А) сила тока | 1) увеличится |
| Б) напряжение на внешнем сопротивлении | 2) уменьшится |
| | 3) не изменится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- В3** Сколько времени потребуется для уменьшения скорости тела в 3 раза при его движении в одном направлении с ускорением $(-5) \text{ м/с}^2$ на пути в 20 м?

- В4** В калориметре находится 100 г воды при 0°C . В него помещают 60 г льда при температуре -20°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

- В5** Дифракционная решетка, имеющая 125 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света длиной волны $\lambda = 420 \text{ нм}$. На экране второй дифракционный максимум наблюдается на расстоянии 4,2 см от центрального. Определите расстояние от решетки до экрана. Считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

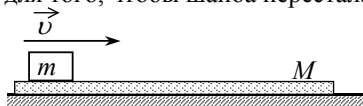
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

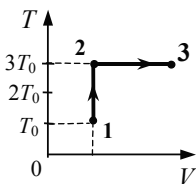
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом отношение массы пара к массе жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?

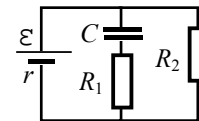


- C3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение полного подведенного к газу количества теплоты Q_{123} к работе A_{123} , совершенной газом в ходе процесса.



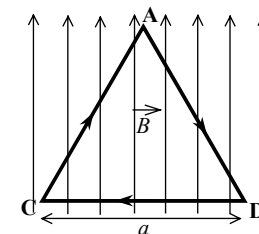
C4

Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD и по модулю равен B . По рамке протекает ток I по часовой стрелке. При каком значении массы рамки она начинает поворачиваться вокруг стороны CD?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{v_1}{v_2} = 2$ раза. Какова работа выхода с поверхности металла?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 152

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

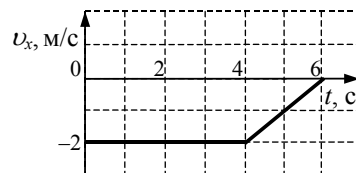
Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

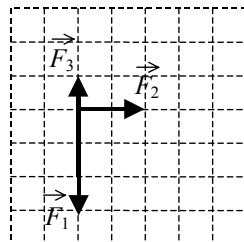
Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 6$ с?



- 1) 8 м 2) 9 м 3) 12 м 4) 10 м

A2

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_3 = 1$ Н?



- 1) 6 Н
2) $\sqrt{8}$ Н
3) 4 Н
4) $\sqrt{13}$ Н

A3

Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 5 см, а под действием силы 4 Н – на 10 см. Насколько удлинится эта пружина под действием силы 3 Н?

- 1) 6 см 2) 7,5 см 3) 9 см 4) 12,5 см

A4

Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 5 Н, импульс тела изменился на 10 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого?

- 1) 0,5 с 2) 2 с 3) 5 с 4) 50 с

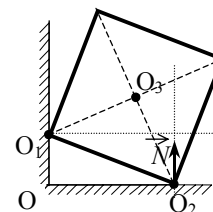
A5

Период колебаний кинетической энергии пружинного маятника 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника уменьшить в 2 раза, а жесткость пружины уменьшить в 8 раз?

- 1) 1 с 2) 8 с 3) 2 с 4) 0,5 с

A6

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим – на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) OO_2
2) O_1O_3
3) OO_1
4) 0

A7

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

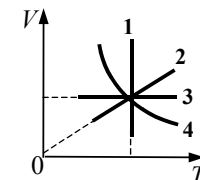
A8

Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у всех этих газов одинаковы значения

- 1) парциального давления
2) температуры
3) концентрации молекул
4) плотности

A9

На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?



- 1) адиабату
2) изохору
3) изобару
4) изотерму

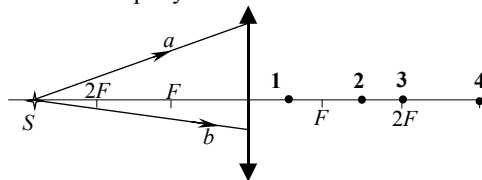
A10

Если повысить абсолютную температуру одноатомного идеального газа в 2 раза при неизменных давлении и количестве вещества, то его внутренняя энергия

- 1) увеличивается в 2 раза
2) уменьшается в 2 раза
3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
4) не изменяется

- 1) L_2 и C_1 2) L_1 и C_2 3) L_1 и C_1 4) L_2 и C_2

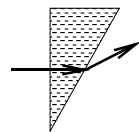
- A17** От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $3F$ от нее, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

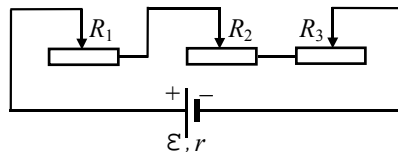
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A18** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



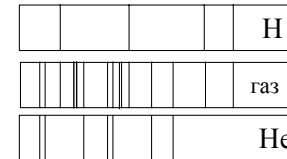
- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

- A19** В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление первого реостата (R_1) с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нем, уменьшилась вдвое. Мощность на втором реостате (R_2) должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление первого (R_1) и третьего (R_3) реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



- 1) $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$
- 2) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$
- 3) $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 0 \text{ Ом}$
- 4) $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$

- A20** На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине) и спектры поглощения атомов известных газов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит



- 1) только водород
- 2) только гелий
- 3) только водород и гелий
- 4) водород, гелий и еще какое-то вещество

- A21** Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Если изначально было 104 г этого изотопа, то примерно сколько его будет через 5,2 года?

- 1) 13 г 2) 26 г 3) 39 г 4) 52 г

- A22** Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

- A23** При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$ запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,8 В. Найдите красную границу фотоэффекта для натрия.

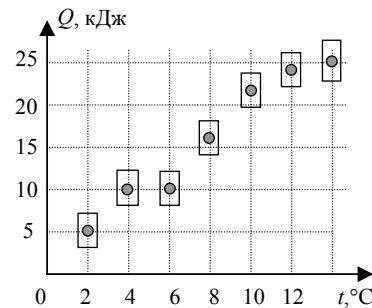
- 1) 400 нм 2) 430 нм 3) 540 нм 4) 2160 нм

- A24** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать длину нити математического маятника?

- 1) амплитуды колебаний маятника A и его периода колебаний T
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) периода колебаний маятника T и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25

Ученику задали определить удельную теплоемкость выданного ему вещества. Ученик измерял количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг исследуемого вещества до той или иной температуры. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно утверждать, что



- 1) удельная теплоемкость оказалась точно равной $1,5 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.
- 2) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества уменьшалась
- 3) в процессе нагревания удельная теплоемкость вещества увеличивалась
- 4) удельная теплоемкость оказалась приблизительно равной $2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль первого газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной? К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

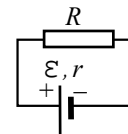
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| А) парциальное давление первого газа | 1) увеличилось |
| Б) парциальное давление второго газа | 2) уменьшилось |
| В) давление смеси газов в сосуде | 3) не изменилось |

А	Б	В

В2

На внешнее сопротивление R сначала был замкнут источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Затем произвели замену источника, в результате чего ЭДС источника в цепи стала меньшей, а его внутреннее сопротивление осталось прежним. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения.



К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|-----------------|
| А) сила тока | 1) увеличится |
| Б) напряжение на внешнем сопротивлении | 2) уменьшится |
| | 3) не изменится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.

В4

В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него помещают кусок льда, масса которого 20 г и температура -15°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^\circ\text{C}$).

В5

Дифракционная решетка, имеющая 100 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 2,5 м от него и освещается нормально падающим пучком света длиной волны 600 нм. Определите расстояние между вторыми дифракционными максимумами справа и слева от центрального (нулевого). Ответ выразите в сантиметрах (см). Считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha$.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

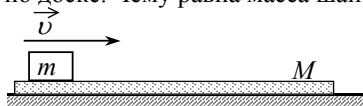
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

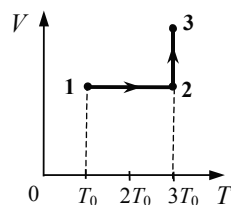
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m . Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Чему равна масса шайбы m ?

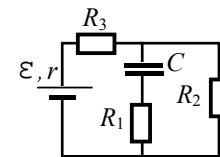


- C3** Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



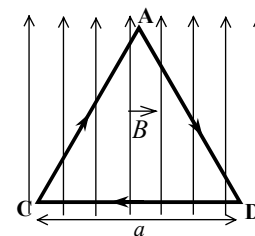
C4

В схеме на рисунке электрический заряд Q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом. Какова ЭДС источника тока?



C5

На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течет ток I , находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого \vec{B} перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m ?



C6

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 и λ_2 . Какой была длина волны в первом опыте λ_1 , если во втором она составляла $\lambda_2 = 540$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 153

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

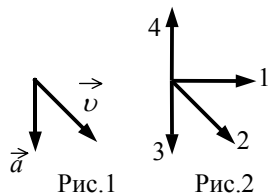
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет вдвое больше, то модуль ее центростремительного ускорения

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

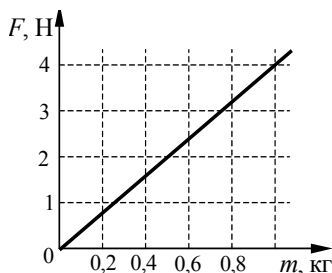
A2 На рисунке 1 представлены направления векторов скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} мяча в инерциальной системе отсчета. Какое из представленных на рисунке 2 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , приложенных к мячу?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A3 На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,07 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,25 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 4 м/с^2



A4 Отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 3$. Каково

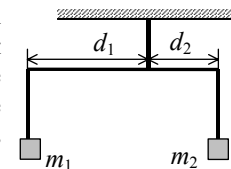
отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 3?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 5

A5 Тележка движется со скоростью 3 м/с. Её кинетическая энергия равна 27 Дж. Какова масса тележки?

- 1) 6 кг
- 2) 9 кг
- 3) 18 кг
- 4) 81 кг

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу первого тела, чтобы после увеличения плеча d_1 в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 3 раза
- 2) увеличить в 6 раз
- 3) уменьшить в 3 раза
- 4) уменьшить в 6 раз

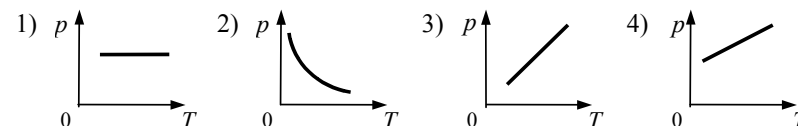
A7 Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 12,5 м/с
- 4) 15 м/с

A8 В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9 На рисунке приведены графики зависимости давления 1 моль идеального газа от абсолютной температуры для различных процессов. Изохорному процессу соответствует график



A10 При каком процессе остается неизменной внутренняя энергия 1 моль идеального газа?

- 1) при изобарном сжатии
- 2) при изохорном сжатии
- 3) при адиабатном расширении
- 4) при изотермическом расширении

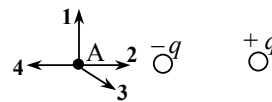
A11 Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоемкость этого вещества?

- 1) 250 Дж/(кг·К)
- 2) 24 Дж/(кг·К)
- 3) $4 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кг·К)
- 4) 0,92 кДж/(кг·К)

A12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно 227°C , а температура холодильника 27°C . Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную 10 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?

- 1) 2,5 Дж
- 2) 11,35 Дж
- 3) 11,35 кДж
- 4) 25 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $-q$ и $+q$. Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

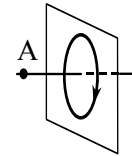


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка А находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка. Как направлен вектор индукции магнитного поля тока в точке А?

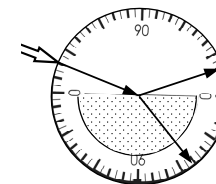


- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) вертикально вниз \downarrow
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) горизонтально влево \leftarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3$ пФ и $C_2 = 4$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_2
- 3) L_1 и C_2
- 4) L_2 и C_1

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



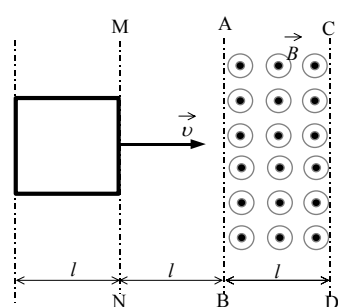
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$

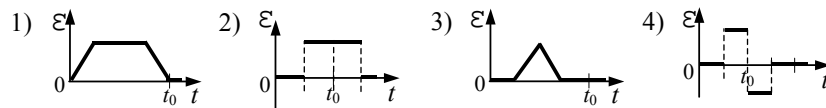
A18 Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется

- 1) интерференцией
- 2) поляризацией
- 3) дисперсией
- 4) преломлением

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать плоскость MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 касается передней стороны линии CD?



A20

Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра положителен.
- 4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен.

A21

Период полураспада ядер франция $^{221}_{87}\text{Fr}$ составляет 4,8 мин. Это означает, что

- 1) за 4,8 мин атомный номер каждого атома франция уменьшится вдвое
- 2) каждые 4,8 мин распадается одно ядро франция
- 3) все изначально имевшиеся ядра франция распадутся за 9,6 мин
- 4) половина изначально имевшихся ядер франция распадается за 4,8 мин

A22

Радиоактивный астат $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

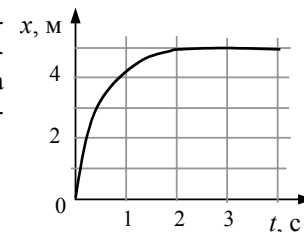
A23

Работа выхода электрона из металла равна 2,4 эВ. Какова максимальная возможная кинетическая энергия фотоэлектрона, «выбитого» из металла фотоном с энергией в 6,0 эВ?

- 1) 2,5 эВ
- 2) 3,6 эВ
- 3) 8,4 эВ
- 4) 14,4 эВ

A24

Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика можно уверенно утверждать, что



- 1) скорость шарика постоянно увеличивалась
- 2) первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной
- 3) первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился
- 4) на шарик действовала все увеличивающаяся сила

A25

В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Кл и 1 А·В
- 2) 3 Кл и 1 Ф·В
- 3) 2 А и 3 Кл·с
- 4) 3 А и 2 В·с

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 В школьной лаборатории изучают колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Если увеличить массу маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний		1) увеличится
Б) частота колебаний		2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии		3) не изменится

А	Б	В

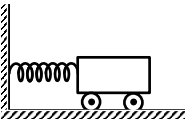
В2 Как изменятся заряд и массовое число радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?
Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) заряд		1) увеличится
Б) массовое число		2) не изменится
		3) уменьшится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

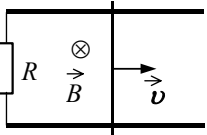
В3



Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 1 см (см. рисунок). Какова максимальная кинетическая энергия груза?

В4 С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для увеличения объема газа на 150 дм³ его температуру увеличивают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм³.

В5



Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Какова сила индукционного тока в контуре? Ответ выразите в миллиамперах (мА).

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

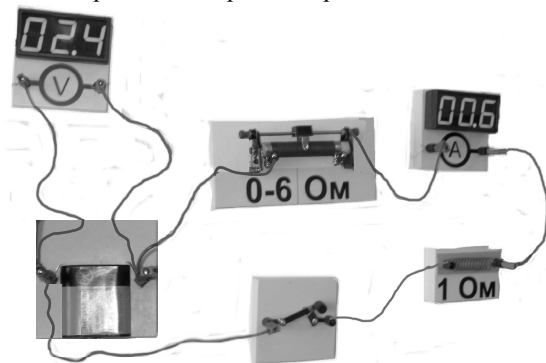
Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

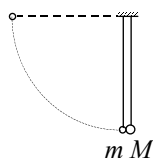
C1 На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.

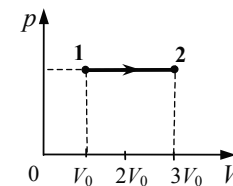


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

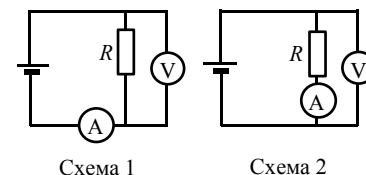
C2 Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков?



C3 На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4 Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение $\frac{I_2}{I_1}$ показаний амперметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



C5 Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$?

C6 Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает число фотонов, если один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 154

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

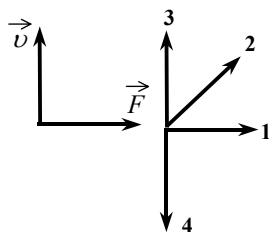
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет в 3 раза меньше, то модуль ее центростремительного ускорения

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 3 раза
- 3) уменьшится в 9 раз
- 4) увеличится в 9 раз

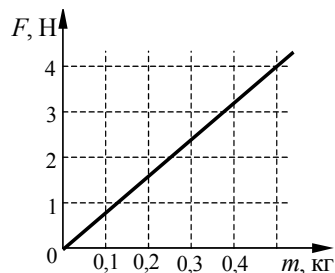
- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости тела \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

- A3** На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,98 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,2 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 8 м/с^2



- A4** Отношение скорости легкового автомобиля к скорости грузовика $\frac{v_1}{v_2} = 2$, а

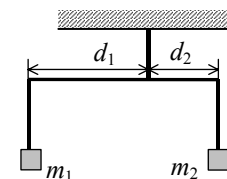
отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 0,1$. Каково отношение импульса легкового автомобиля к импульсу грузовика?

- 1) 0,2
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 5

- A5** Скорость груза массой $0,2 \text{ кг}$ равна 3 м/с . Кинетическая энергия груза равна

- 1) $0,6 \text{ Дж}$
- 2) $0,9 \text{ Дж}$
- 3) 2 Дж
- 4) 15 Дж

- A6**



Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу второго тела, чтобы после уменьшения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

- A7**

Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарик движутся в сторону среднего, причем модули их скорости равны $12v$ и $3v$ соответственно. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) $5v$, влево
- 2) $3v$, вправо
- 3) $3v$, влево
- 4) v , вправо

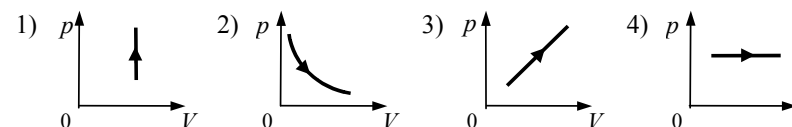
- A8**

В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К . Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

- A9**

Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) отображает изобарный процесс?



A10 Как изменяется внутренняя энергия постоянного количества идеального газа при изохорном уменьшении его давления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от молярной массы газа

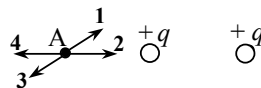
A11 Чугунная деталь массой 20 кг при понижении ее температуры на 200 К отдает количество теплоты, равное

- 1) 2000 кДж
- 2) 200 кДж
- 3) 50 кДж
- 4) 50 МДж

A12 Рабочее тело идеального теплового двигателя Карно за цикл получило от нагревателя количество теплоты 30 кДж. Температура нагревателя 127°C, температура холодильника 27°C. Какую работу совершило рабочее тело за цикл?

- 1) 75 Дж
- 2) 7,5 кДж
- 3) 23 кДж
- 4) 120 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $+q$. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке A соответствует стрелка



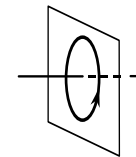
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

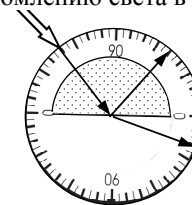
- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально влево ←
- 4) горизонтально вправо →



A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3$ пФ и $C_2 = 4$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наименьшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_2
- 3) L_2 и C_1
- 4) L_1 и C_2

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



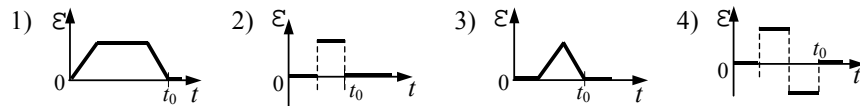
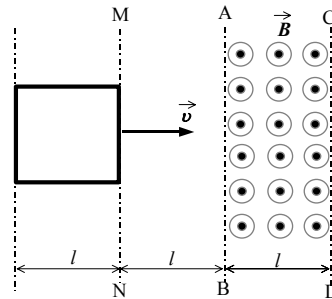
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$

A18 Примером дифракции может служить

- 1) появление радуги после дождя
- 2) солнечное затмение
- 3) поглощение рентгеновских лучей свинцовой пластиной
- 4) проникновение света в область геометрической тени

- A19** В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки пересекает плоскость CD?



- A20** Планетарной модели атома соответствует утверждение:

- 1) ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 2) ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 3) ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре
- 4) ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре

- A21** Период полураспада ядер актинона (изотопа радона) $^{219}_{86}\text{Rn}$ составляет 3,9 с. Это означает, что

- 1) за 3,9 с атомный номер каждого атома актинона уменьшится вдвое
- 2) одно ядро актинона распадается каждые 3,9 с
- 3) половина изначально имевшихся ядер актинона распадается за 3,9 с
- 4) все изначально имеющиеся ядра актинона распадутся за 7,8 с

- A22** Каковы массовое число M и заряд Z ядра элемента свинца, полученного в результате следующей ядерной реакции: $^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^M_Z\text{Pb}$?

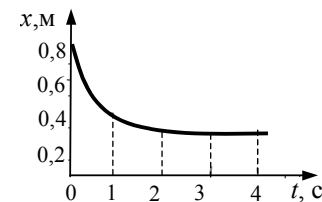
- 1) $M = 214, Z = 82$
- 2) $M = 206, Z = 82$
- 3) $M = 206, Z = 86$
- 4) $M = 214, Z = 86$

- A23** Какова работа выхода электрона из металла, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбитых из него фотонами с энергией 3,2 эВ, равна 1,4 эВ?

- 1) 1,8 эВ
- 2) 2,27 эВ
- 3) 4,48 эВ
- 4) 4,6 эВ

- A24** На рисунке показан график изменения координаты тележки с течением времени в инерциальной системе отсчета. На основании графика можно утверждать, что

- 1) тележка первые 2 секунды двигалась с уменьшающейся скоростью, а затем покоилась
- 2) равнодействующая сил, действующих на тележку, все время увеличивалась
- 3) тележка первые 2 секунды двигалась с уменьшающейся скоростью, а затем равномерно
- 4) координата тележки изменялась обратно пропорционально времени



- A25** В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 А·с и 1 В
- 2) 3 А·В и 4 Кл
- 3) 2 В·с и 1 Кл
- 4) 3 Кл и 1 А·с

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях массы маятника. Если уменьшить массу маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота колебаний	2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии	3) не изменится

А	Б	В

В2 Как изменятся заряд и число нуклонов радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

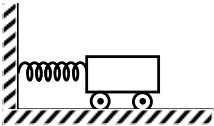
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) заряд	1) увеличится
Б) число нуклонов	2) не изменится
	3) уменьшится

А	Б

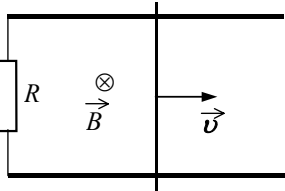
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине, совершает гармонические колебания. Максимальная скорость груза при этом равна 1 м/с. Какова максимальная энергия деформации пружины?



В4 С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для уменьшения объема газа на 150 дм³ его температуру уменьшают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм³.

В5 Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10$ мА. Каково сопротивление контура?



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

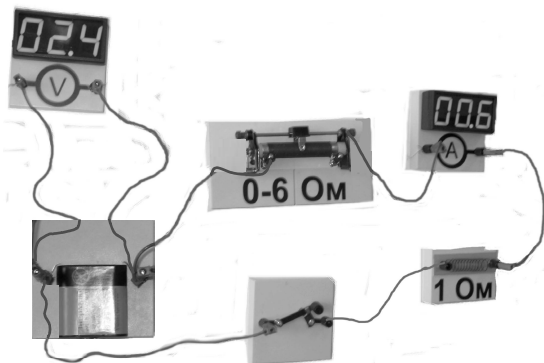
Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

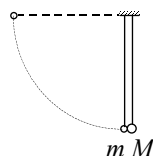
- C1** На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при размыкании ключа.



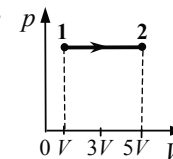
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C2** Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Каким должно быть отношение масс шариков $\frac{M}{m}$, чтобы в результате их абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика перешла в тепло?



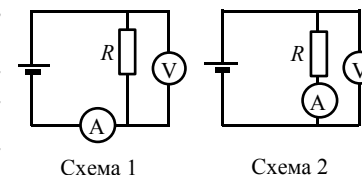
C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение $\frac{U_1}{U_2}$ показаний вольтметра в схе-



мах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1 \text{ мкФ}$ и катушку индуктивности $L = 0,01 \text{ Гн}$. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре уменьшилась на $\Delta\omega = 10^4 \text{ с}^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000 \text{ В}$ и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при падении каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820 \text{ нм}$, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410 \text{ нм}$. Какое количество k фотонов, падающих на катод, приходится на 1 выбитый фотоэлектрон, если прибор увеличивает общее количество фотонов в $N = 500$ раз? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ . Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 155

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7·10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38·10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6·10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3·10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\cdot10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6·10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6·10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

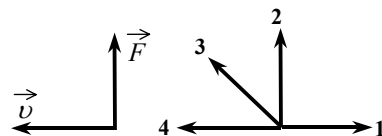
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка равномерно движется по окружности радиусом R с частотой обращения ν . Если частоту обращения точки увеличить в 2 раза, то ее центростремительное ускорение

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза

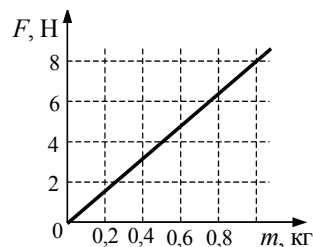
A2 На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A3 На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,07 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,25 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 8 м/с^2



A4 Отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$,

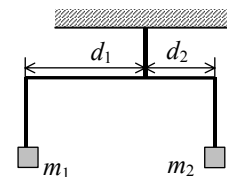
а отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 6$. Каково отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля?

- 1) 0,2
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1,8

A5 Кинетическая энергия автомобиля массой 500 кг, движущегося со скоростью 10 м/с, равна

- 1) 324000 Дж
- 2) 25000 Дж
- 3) 12500 Дж
- 4) 5000 Дж

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_2 , чтобы после увеличения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

A7 Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 12,5 м/с
- 4) 15 м/с

A8 В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9 График изобарного процесса для 1 моля идеального газа в координатах V и T изображен на рисунке

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

A10 При каком процессе остается неизменной внутренняя энергия постоянной массы идеального газа?

- 1) при изохорном расширении
- 2) при изобарном расширении
- 3) при адиабатном сжатии
- 4) при изотермическом сжатии

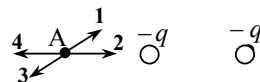
A11 Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

- 1) 390 Дж
- 2) 26 кДж
- 3) 260 Дж
- 4) 39 кДж

A12 У идеальной тепловой машины Карно температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело совершает за цикл работу, равную 16 кДж. Какое количество теплоты получает за цикл рабочее тело от нагревателя?

- 1) 640 Дж
- 2) 400 Дж
- 3) 64 кДж
- 4) 40 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных отрицательных точечных электрических зарядов $-q$ и $-q$. Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

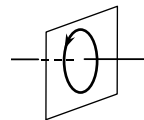


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

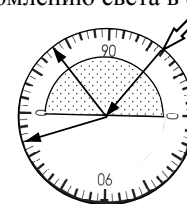


- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) вертикально вниз \downarrow
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) горизонтально влево \leftarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 4$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_2 и C_2
- 2) L_1 и C_2
- 3) L_2 и C_1
- 4) L_1 и C_1

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



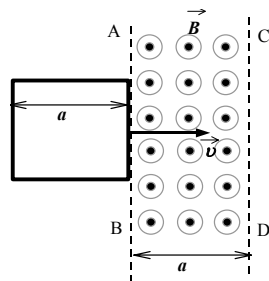
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 70^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$

A18 Интерференцию световых волн, создаваемых двумя лампами накаливания, нельзя наблюдать, так как световые волны, излучаемые ими,

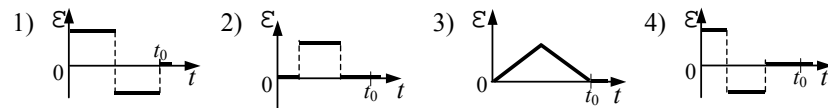
- 1) неполяризованы
- 2) некогерентны
- 3) слишком малой интенсивности
- 4) слишком большой интенсивности

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекла плоскость АВ (см. рисунок), а в момент

времени t_0 задняя сторона рамки пересекла плоскость CD?



A20

Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, электроны на орбитах вокруг ядра, заряд электронов положительный.
- 2) Ядро — в центре атома, электроны на орбитах вокруг ядра, заряд электронов отрицателен.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд электронов отрицателен.
- 4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд электронов равен нулю.

A21

Период полураспада ядер изотопа неона $^{25}_{10}\text{Ne}$ составляет 1,2 с. Это означает, что

- 1) все изначально имеющиеся ядра данного изотопа распадаются за 2,4 с
- 2) половина изначально имевшихся ядер данного изотопа распадается за 1,2 с
- 3) каждое ядро данного изотопа наполовину распадется за 1,2 с
- 4) для полного распада каждого ядра данного изотопа требуется 1,2 с

A22

Радиоактивный аstat $^{219}_{85}\text{At}$, испытав один α -распад и два β^- -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{211}_{82}\text{Pb}$
- 2) радона $^{219}_{86}\text{Rn}$
- 3) астата $^{215}_{85}\text{At}$
- 4) радия $^{223}_{88}\text{Ra}$

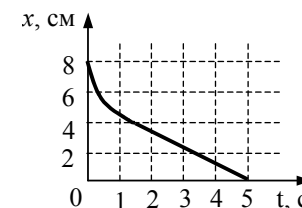
A23

Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

- 1) 0,5 эВ
- 2) 1,5 эВ
- 3) 2,0 эВ
- 4) 3,5 эВ

A24

В пробирку с водой опустили шарик. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



- 1) шарик после 1,5 с двигался с постоянной скоростью
- 2) шарик двигался все время с постоянным ускорением
- 3) скорость шарика в начальный момент времени равнялась 5 м/с
- 4) скорость шарика все время уменьшалась

A25

В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 2 Н и 1 кг·м/с²
- 2) 1 Н и 1 кг·м/с
- 3) 2 Н и 1 кг·м
- 4) 3 Н и 4 кг/с²

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях жесткости его пружины. Если увеличить жесткость пружины маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1)	увеличится
Б) частота колебаний	2)	уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии	3)	не изменится

А	Б	В

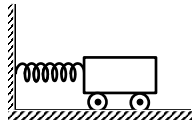
В2 Как изменятся массовое число радиоактивного ядра и число протонов в нем в результате β^- -распада?
Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) массовое число	1)	увеличится
Б) число протонов	2)	не изменится
	3)	уменьшится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3



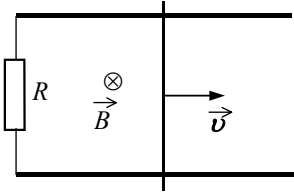
Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная сила упругости пружины при этом равна 20 Н. Какова максимальная скорость груза?

В4

С идеальным газом происходит изотермический процесс, в котором в результате уменьшения объема газа на 150 дм³ его давление возросло в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм³.

В5

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Какова сила Ампера, действующая на движущуюся перемычку? Ответ выразите в миллиньютонах (мН).



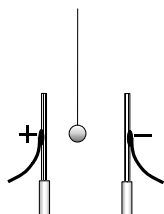
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

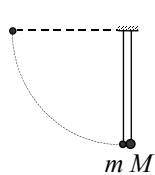
C1



Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шёлковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

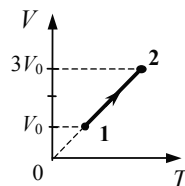
C2



Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,15$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какая доля от первоначального запаса кинетической энергии левого шарика перейдет в тепло в результате их абсолютно неупругого удара?

C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль разреженного гелия. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, со-

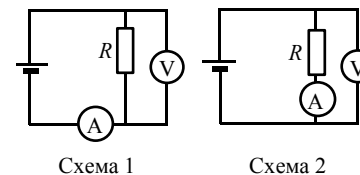


Схема 1

Схема 2

противление вольтметра $9R$. В первой схеме показание амперметра I_1 . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для света от источника $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает энергию светового излучения, падающего на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 156

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

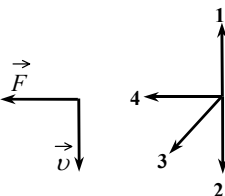
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка движется по окружности радиусом R со скоростью v . Как нужно изменить скорость ее движения, чтобы при увеличении радиуса окружности в 4 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним?

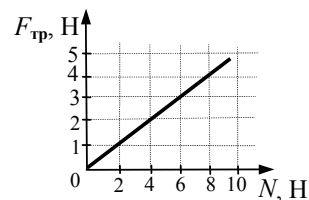
- 1) увеличить в 4 раза
- 2) уменьшить в 4 раза
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) уменьшить в 2 раза

- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости тела \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

- A3** На рисунке приведен график зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления. Каков коэффициент трения?



- 1) 0,2
- 2) 0,5
- 3) 0,25
- 4) 4

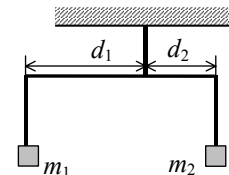
- A4** Отношение массы автокрана к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 8$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля равно 4?

- 1) 0,5
- 2) 2
- 3) 3,2
- 4) 4

- A5** Автомобиль массой 10^3 кг движется со скоростью 10 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

- 1) 10^5 Дж
- 2) 10^4 Дж
- 3) $5 \cdot 10^4$ Дж
- 4) $5 \cdot 10^3$ Дж

- A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_1 , чтобы после увеличения массы первого тела в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 3 раза
- 2) увеличить в 6 раз
- 3) уменьшить в 3 раза
- 4) уменьшить в 6 раз

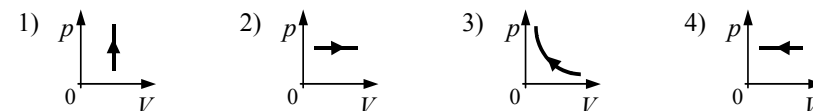
- A7** Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарики движутся влево. Модули их скорости равны соответственно v и $8v$. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) v , вправо
- 2) $2v$, влево
- 3) v , влево
- 4) $3v$, влево

- A8** В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3$ Па
- 2) $2,14 \cdot 10^3$ Па
- 3) $1,07 \cdot 10^5$ Па
- 4) $2,14 \cdot 10^5$ Па

- A9** Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) является графиком изобарного нагревания газа?



A10 Как изменяется внутренняя энергия одноатомного идеального газа при изохорном увеличении его давления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от молярной массы

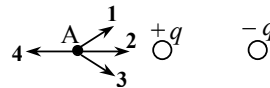
A11 Для нагревания 500 г вещества на 2 К необходимо подвести количество теплоты, равное 1,7 кДж. Удельная теплоемкость этого вещества равна

- 1) $6,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- 2) $1,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- 3) $1,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- 4) $3,4 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

A12 За один рабочий цикл рабочее тело идеального теплового двигателя Карно получает от нагревателя количество теплоты 35 кДж и совершает работу 12 кДж. Чему равно отношение температуры нагревателя к температуре холодильника в этом двигателе?

- 1) 1,52
- 2) 1,92
- 3) 2,08
- 4) 2,92

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-q$. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

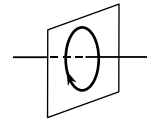


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

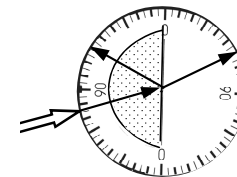


- 1) вертикально вверх в плоскости витка \uparrow
- 2) вертикально вниз в плоскости витка \downarrow
- 3) влево перпендикулярно плоскости витка \leftarrow
- 4) вправо перпендикулярно плоскости витка \rightarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с $L_1 = 2 \text{ мкГн}$ и $L_2 = 1 \text{ мкГн}$, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 4 \text{ пФ}$ и $C_2 = 3 \text{ пФ}$. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_1
- 3) L_2 и C_2
- 4) L_1 и C_2

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



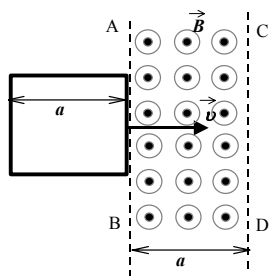
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 60^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 20^\circ}$

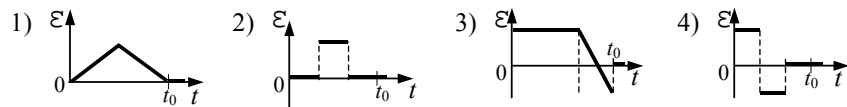
A18 Проникновение света в область геометрической тени от препятствия называется

- 1) дисперсией света
- 2) дифракцией света
- 3) интерференцией света
- 4) поляризацией света

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекла плоскость AB (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки удалась от плоскости CD на расстояние a ?



A20

Планетарной модели атома соответствует утверждение: ядро – в центре атома, большая часть массы атома сосредоточена

- 1) в ядре, заряд электронов положителен
- 2) в ядре, заряд ядра отрицателен
- 3) в электронах, заряд электронов отрицателен
- 4) в ядре, заряд электронов отрицателен

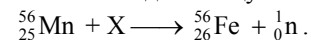
A21

Период полураспада ядер изотопа натрия ${}^{24}_{11}\text{Na}$ составляет 15 часов. Это означает, что

- 1) все изначально имеющиеся ядра данного изотопа распадаются за 30 часов
- 2) половина изначально имевшихся ядер данного изотопа распадается за 15 часов
- 3) каждое ядро данного изотопа наполовину распадется за 15 часов
- 4) для полного распада каждого ядра данного изотопа требуется 15 часов

A22

Укажите недостающую частицу X в ядерной реакции:



- 1) ${}^2_1\text{H}$
- 2) ${}^1_1\text{H}$
- 3) ${}^1_0\text{n}$
- 4) ${}^0_{-1}\text{e}$

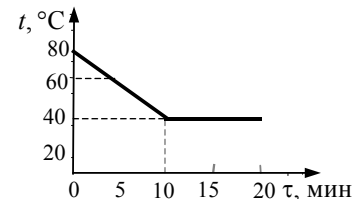
A23

Фотоэффект, вызываемый фотонами, падающими на катод, наблюдается при частоте света $\nu \geq 2,4 \cdot 10^{15}$ Гц. Какова работа выхода электрона с поверхности катода?

- 1) 1 эВ
- 2) 5 эВ
- 3) 10 эВ
- 4) 99 эВ

A24

На графике приведена зависимость температуры некоторого вещества от времени. На основании этого графика можно с уверенностью сказать, что



- 1) первые 10 минут вещество охлаждалось, а затем стало конденсироваться
- 2) температура кристаллизации вещества 40°C
- 3) первые 10 минут вещество охлаждалось, а затем стало кристаллизоваться
- 4) первые 10 минут вещество остывало, а затем его температура не менялась

A25

В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Н и 2 кг·м
- 2) 3 кг·м и 4 Дж
- 3) 2 Н·м и 1 Дж
- 4) 1 кг·с и 1 Н

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях жесткости его пружины. Если уменьшить жесткость пружины маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота колебаний	2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии	3) не изменится

А	Б	В

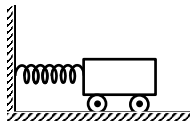
В2 Как изменятся заряд радиоактивного ядра и число нейтронов в нем в результате β^- -распада?
Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) заряд	1) увеличится
Б) число нейтронов	2) не изменится
	3) уменьшится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

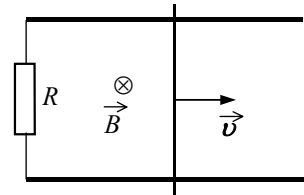


Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная кинетическая энергия груза при этом равна 1 Дж. Какова амплитуда колебаний груза?

В4

С идеальным газом проводится изотермический процесс, в котором после увеличения объема газа на 300 дм³ его давление уменьшилось в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм³.

В5



Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10$ мА, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Какова скорость движения перемычки?

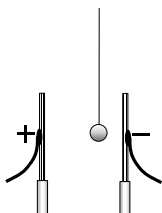
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

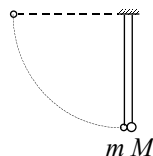
C1



Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шёлковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

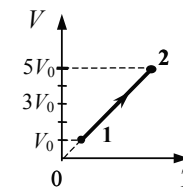
C2



Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Левый шарик, масса которого $m = 0,1$ кг, отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какой должна быть масса правого шарика, чтобы в результате абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика перешла в тепло?

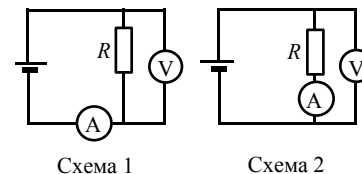
C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль разреженного гелия. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания амперметра в первой схеме, если во второй схеме они равны I_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре понизилась на $\Delta\omega = 10^4$ с $^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов ΔU и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Каково значение ΔU , если число фотонов на выходе прибора в $N = 500$ раз больше числа фотонов, падающих на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем 10 фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 157

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

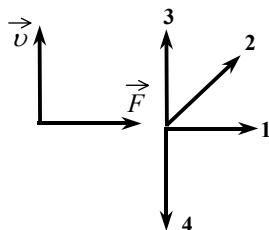
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет вдвое больше, то модуль ее центростремительного ускорения

1) не изменится
2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится в 2 раза
4) увеличится в 4 раза

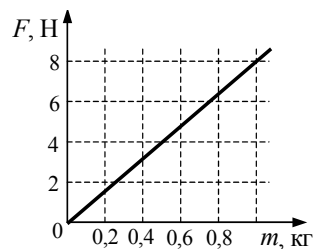
- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости тела \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

- A3** На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

1) $0,07 \text{ м/с}^2$
2) $1,25 \text{ м/с}^2$
3) $9,8 \text{ м/с}^2$
4) 8 м/с^2

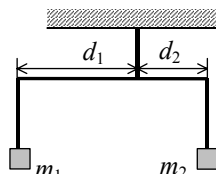


- A4** Отношение массы автокрана к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 8$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля равно 4?

1) 0,5 2) 2 3) 3,2 4) 4

- A5** Тележка движется со скоростью 3 м/с. Её кинетическая энергия равна 27 Дж. Какова масса тележки?

1) 6 кг 2) 9 кг 3) 18 кг 4) 81 кг

- A6**  Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу второго тела, чтобы после уменьшения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

1) увеличить в 2 раза
2) увеличить в 4 раза
3) уменьшить в 2 раза
4) уменьшить в 4 раза

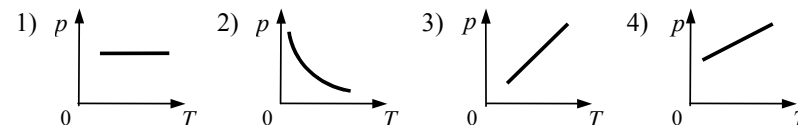
- A7** Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарики движутся влево. Модули их скорости равны соответственно v и $8v$. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

1) v , вправо 2) $2v$, влево 3) v , влево 4) $3v$, влево

- A8** В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$ 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$ 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$ 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

- A9** На рисунке приведены графики зависимости давления 1 моль идеального газа от абсолютной температуры для различных процессов. Изохорному процессу соответствует график



A10 Как изменяется внутренняя энергия постоянного количества идеального газа при изохорном уменьшении его давления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от молярной массы газа

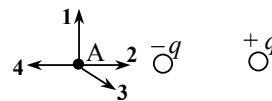
A11 Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

- 1) 390 Дж
- 2) 26 кДж
- 3) 260 Дж
- 4) 39 кДж

A12 За один рабочий цикл рабочее тело идеального теплового двигателя Карно получает от нагревателя количество теплоты 35 кДж и совершает работу 12 кДж. Чему равно отношение температуры нагревателя к температуре холодильника в этом двигателе?

- 1) 1,52
- 2) 1,92
- 3) 2,08
- 4) 2,92

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $-q$ и $+q$. Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

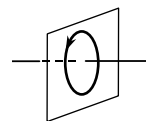


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

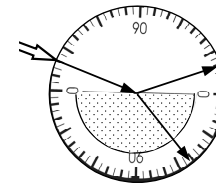


- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с $L_1 = 2$ мкГн и $L_2 = 1$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 4$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_1
- 3) L_2 и C_2
- 4) L_1 и C_2

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



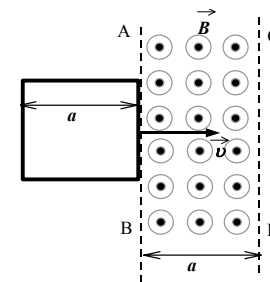
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$

A18 Примером дифракции может служить

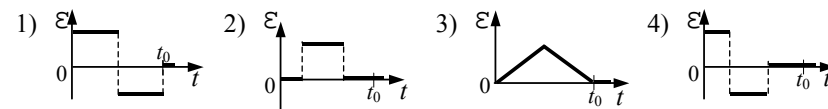
- 1) появление радуги после дождя
- 2) солнечное затмение
- 3) поглощение рентгеновских лучей свинцовой пластиной
- 4) проникновение света в область геометрической тени

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекла плоскость АВ (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки пересекла плоскость CD?

времени t_0 задняя сторона рамки пересекла плоскость CD?



A20 Планетарной модели атома соответствует утверждение: ядро – в центре атома, большая часть массы атома сосредоточена

- 1) в ядре, заряд электронов положителен
- 2) в ядре, заряд ядра отрицателен
- 3) в электронах, заряд электронов отрицателен
- 4) в ядре, заряд электронов отрицателен

A21 Период полураспада ядер франция $^{221}_{87}\text{Fr}$ составляет 4,8 мин. Это означает, что

- 1) за 4,8 мин атомный номер каждого атома франция уменьшится вдвое
- 2) каждые 4,8 мин распадается одно ядро франция
- 3) все изначально имевшиеся ядра франция распадутся за 9,6 мин
- 4) половина изначально имевшихся ядер франция распадается за 4,8 мин

A22 Каковы массовое число M и заряд Z ядра элемента свинца, полученного в результате следующей ядерной реакции: $^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^M_Z\text{Pb}$?

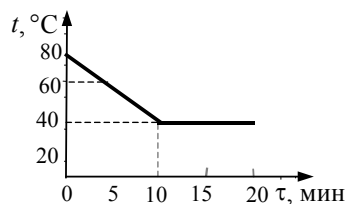
- 1) $M = 214, Z = 82$
- 2) $M = 206, Z = 82$
- 3) $M = 206, Z = 86$
- 4) $M = 214, Z = 86$

A23 Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

- 1) 0,5 эВ
- 2) 1,5 эВ
- 3) 2,0 эВ
- 4) 3,5 эВ

A24 На графике приведена зависимость температуры некоторого вещества от времени. На основании этого графика можно с уверенностью сказать, что

- 1) первые 10 минут вещество охлаждалось, а затем стало конденсироваться
- 2) температура кристаллизации вещества 40°C
- 3) первые 10 минут вещество охлаждалось, а затем стало кристаллизироваться
- 4) первые 10 минут вещество остывало, а затем его температура не менялась



A25 В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Кл и 1 А·В
- 2) 3 Кл и 1 Ф·В
- 3) 2 А и 3 Кл·с
- 4) 3 А и 2 В·с

Часть 2

В заданиях B1–B2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1 В школьной лаборатории изучают колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Если увеличить массу маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|---|-----------------|
| А) период колебаний | 1) увеличится |
| Б) частота колебаний | 2) уменьшится |
| В) период изменения потенциальной энергии | 3) не изменится |

А	Б	В

B2 Как изменятся заряд и число нуклонов радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

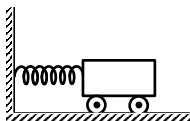
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|-------------------|-----------------|
| А) заряд | 1) увеличится |
| Б) число нуклонов | 2) не изменится |
| | 3) уменьшится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3



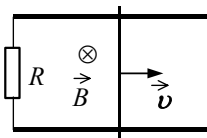
Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная сила упругости пружины при этом равна 20 Н. Какова максимальная скорость груза?

B4

С идеальным газом проводится изотермический процесс, в котором после увеличения объема газа на 300 дм^3 его давление уменьшилось в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

B5

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова сила индукционного тока в контуре? Ответ выразите в миллиамперах (мА).



Часть 3

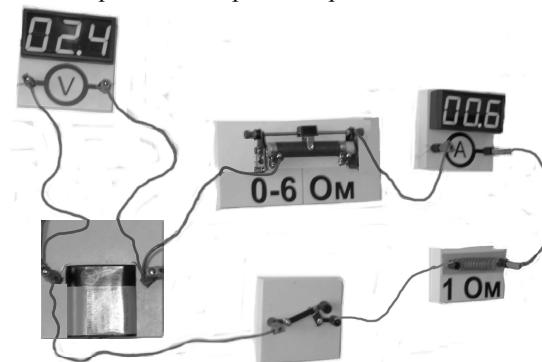
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.

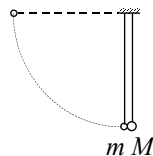


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

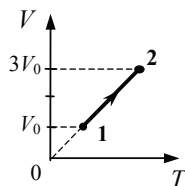
С2

Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Каким должно быть отношение масс шариков $\frac{M}{m}$, чтобы в результате их абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика перешла в тепло?



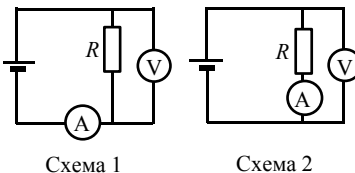
С3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль разреженного гелия. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



С4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания амперметра в первой схеме, если во второй схеме они равны I_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



С5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1 \text{ мкФ}$ и катушку индуктивности $L = 0,01 \text{ Гн}$. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$?

С6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000 \text{ В}$ и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820 \text{ нм}$, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410 \text{ нм}$. Какое количество k фотонов, падающих на катод, приходится на 1 выбитый фототелектрон, если прибор увеличивает общее количество фотонов в $N = 500$ раз? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ . Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 158

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ^{−27} кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ^{−19} Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ^{−31} кг ≈ 5,5·10 ^{−4} а.е.м.
протона	1,673·10 ^{−27} кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ^{−27} кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ^{−3} кг/моль	кислорода	32·10 ^{−3} кг/моль
аргона	40·10 ^{−3} кг/моль	лития	6·10 ^{−3} кг/моль
водорода	2·10 ^{−3} кг/моль	молибдена	96·10 ^{−3} кг/моль
воздуха	29·10 ^{−3} кг/моль	неона	20·10 ^{−3} кг/моль
гелия	4·10 ^{−3} кг/моль	углекислого газа	44·10 ^{−3} кг/моль

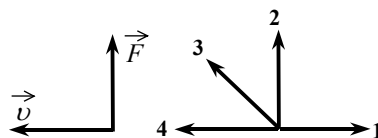
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет в 3 раза меньше, то модуль ее центростремительного ускорения

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 3 раза
- 3) уменьшится в 9 раз
- 4) увеличится в 9 раз

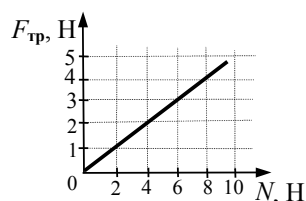
A2 На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A3 На рисунке приведен график зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления. Каков коэффициент трения?

- 1) 0,2
- 2) 0,5
- 3) 0,25
- 4) 4



A4 Отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 3$. Каково

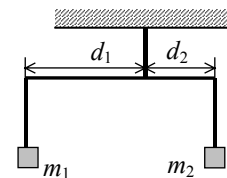
отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 3?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 5

A5 Скорость груза массой 0,2 кг равна 3 м/с. Кинетическая энергия груза равна

- 1) 0,6 Дж
- 2) 0,9 Дж
- 3) 2 Дж
- 4) 15 Дж

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_2 , чтобы после увеличения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

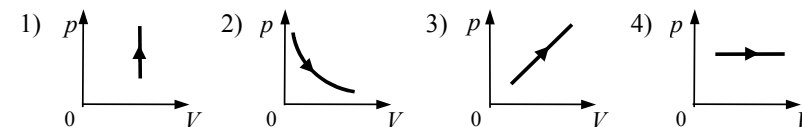
A7 Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарик движутся влево. Модули их скорости равны соответственно v и $8v$. Каковы будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) v , вправо
- 2) $2v$, влево
- 3) v , влево
- 4) $3v$, влево

A8 В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9 Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) отображает изобарный процесс?



A10 При каком процессе остается неизменной внутренняя энергия постоянной массы идеального газа?

- 1) при изохорном расширении
- 2) при изобарном расширении
- 3) при адиабатном сжатии
- 4) при изотермическом сжатии

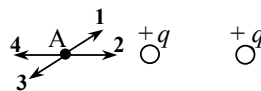
A11 Для нагревания 500 г вещества на 2 К необходимо подвести количество теплоты, равное 1,7 кДж. Удельная теплоемкость этого вещества равна

- 1) $6,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- 2) $1,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- 3) $1,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
- 4) $3,4 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

A12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно 227°C , а температура холодильника 27°C . Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную 10 кДж . Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?

- 1) $2,5\text{ Дж}$ 2) $11,35\text{ Дж}$ 3) $11,35\text{ кДж}$ 4) 25 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $+q$. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке A соответствует стрелка

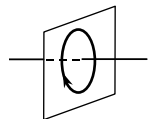


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: « 220 В , 1000 Вт ». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) $0,22\text{ А}$ 2) $4,55\text{ А}$ 3) 22 А 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

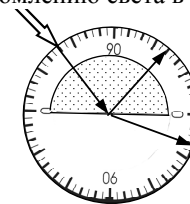


- 1) вертикально вверх в плоскости витка \uparrow
 2) вертикально вниз в плоскости витка \downarrow
 3) влево перпендикулярно плоскости витка \leftarrow
 4) вправо перпендикулярно плоскости витка \rightarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1\text{ мкГн}$ и $L_2 = 2\text{ мкГн}$, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3\text{ пФ}$ и $C_2 = 4\text{ пФ}$. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1 2) L_2 и C_2 3) L_1 и C_2 4) L_2 и C_1

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



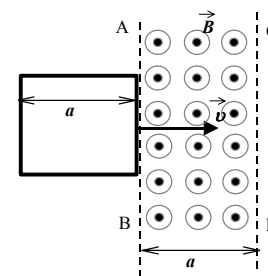
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^{\circ}}{\sin 40^{\circ}}$ 2) $\frac{\sin 40^{\circ}}{\sin 20^{\circ}}$ 3) $\frac{\sin 70^{\circ}}{\sin 40^{\circ}}$ 4) $\frac{\sin 50^{\circ}}{\sin 20^{\circ}}$

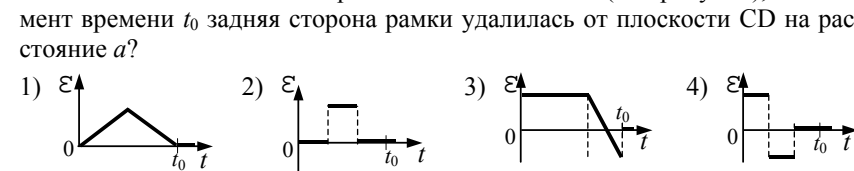
A18 Интерференцию световых волн, создаваемых двумя лампами накаливания, нельзя наблюдать, так как световые волны, излучаемые ими,

- 1) неполяризованы
 2) некогерентны
 3) слишком малой интенсивности
 4) слишком большой интенсивности

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекла плоскость AB (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки удалилась от плоскости CD на расстояние a ?



A20 Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра положителен.
- 4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен.

A21 Период полураспада ядер актинона (изотопа радона) $^{219}_{86}\text{Rn}$ составляет 3,9 с. Это означает, что

- 1) за 3,9 с атомный номер каждого атома актинона уменьшится вдвое
- 2) одно ядро актинона распадается каждые 3,9 с
- 3) половина изначально имевшихся ядер актинона распадается за 3,9 с
- 4) все изначально имеющиеся ядра актинона распадутся за 7,8 с

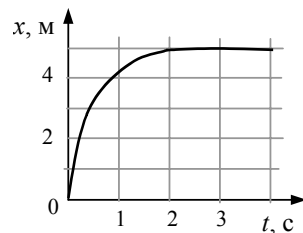
A22 Каковы массовое число M и заряд Z ядра элемента свинца, полученного в результате следующей ядерной реакции: $^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^M_Z\text{Pb}$?

- 1) $M = 214, Z = 82$
- 2) $M = 206, Z = 82$
- 3) $M = 206, Z = 86$
- 4) $M = 214, Z = 86$

A23 Фотоэффект, вызываемый фотонами, падающими на катод, наблюдается при частоте света $\nu \geq 2,4 \cdot 10^{15}$ Гц. Какова работа выхода электрона с поверхности катода?

- 1) 1 эВ
- 2) 5 эВ
- 3) 10 эВ
- 4) 99 эВ

A24 Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика можно уверенно утверждать, что



- 1) скорость шарика постоянно увеличивалась
- 2) первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной
- 3) первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился
- 4) на шарик действовала все увеличивающаяся сила

A25 В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 А·с и 1 В
- 2) 3 А·В и 4 Кл
- 3) 2 В·с и 1 Кл
- 4) 3 Кл и 1 А·с

Часть 2

В заданиях B1–B2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях массы маятника. Если уменьшить массу маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота колебаний	2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии	3) не изменится

А	Б	В

B2 Как изменятся массовое число радиоактивного ядра и число протонов в нем в результате β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

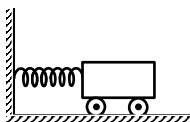
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) массовое число	1) увеличится
Б) число протонов	2) не изменится
	3) уменьшится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3



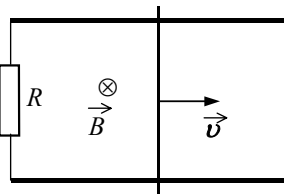
Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная кинетическая энергия груза при этом равна 1 Дж. Какова амплитуда колебаний груза?

B4

С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для увеличения объема газа на 150 дм^3 его температуру увеличивают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

B5

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10 \text{ мА}$. Каково сопротивление контура?



Часть 3

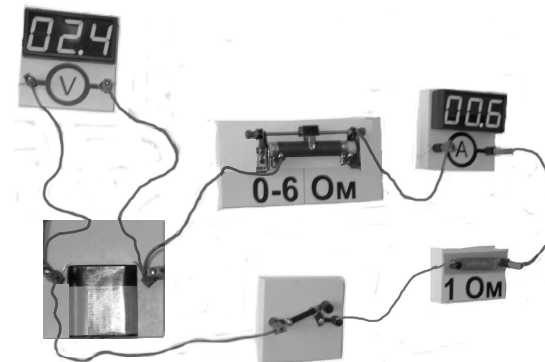
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

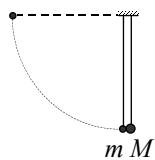
Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при размыкании ключа.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

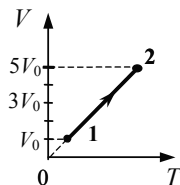
C2



Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,15$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какая доля от первоначального запаса кинетической энергии левого шарика перейдет в тепло в результате их абсолютно неупругого удара?

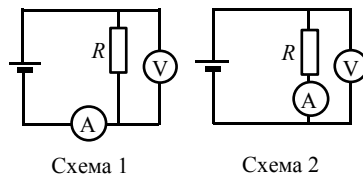
C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль разреженного гелия. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение $\frac{I_2}{I_1}$ показаний амперметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре уменьшилась на $\Delta\omega = 10^4$ с $^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при падении каждого электрона. Длина волны для света от источника $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает энергию светового излучения, падающего на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 159

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ^{−27} кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ^{−19} Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ^{−31} кг ≈ 5,5·10 ^{−4} а.е.м.
протона	1,673·10 ^{−27} кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ^{−27} кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ^{−3} кг/моль	кислорода	32·10 ^{−3} кг/моль
аргона	40·10 ^{−3} кг/моль	лития	6·10 ^{−3} кг/моль
водорода	2·10 ^{−3} кг/моль	молибдена	96·10 ^{−3} кг/моль
воздуха	29·10 ^{−3} кг/моль	неона	20·10 ^{−3} кг/моль
гелия	4·10 ^{−3} кг/моль	углекислого газа	44·10 ^{−3} кг/моль

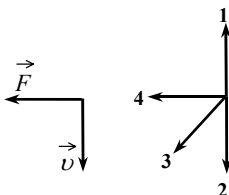
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка равномерно движется по окружности радиусом R с частотой обращения ν . Если частоту обращения точки увеличить в 2 раза, то ее центростремительное ускорение

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза

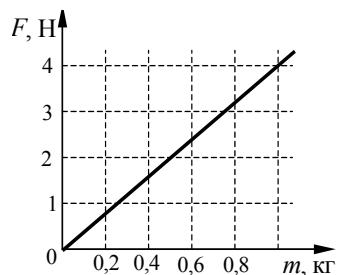
- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости тела \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

- A3** На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,07 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,25 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 4 м/с^2



- A4** Отношение скорости легкового автомобиля к скорости грузовика $\frac{v_1}{v_2} = 2$, а

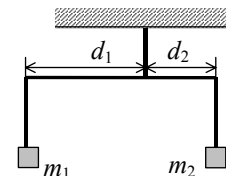
отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 0,1$. Каково отношение импульса легкового автомобиля к импульсу грузовика?

- 1) 0,2
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 5

- A5** Кинетическая энергия автомобиля массой 500 кг, движущегося со скоростью 10 м/с, равна

- 1) 324000 Дж
- 2) 25000 Дж
- 3) 12500 Дж
- 4) 5000 Дж

- A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_1 , чтобы после увеличения массы первого тела в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 3 раза
- 2) увеличить в 6 раз
- 3) уменьшить в 3 раза
- 4) уменьшить в 6 раз

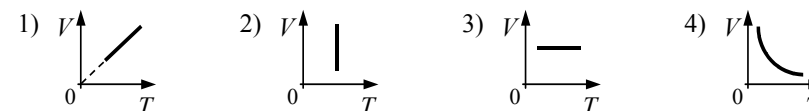
- A7** Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарики движутся в сторону среднего, причем модули их скорости равны $12v$ и $3v$ соответственно. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) $5v$, влево
- 2) $3v$, вправо
- 3) $3v$, влево
- 4) v , вправо

- A8** В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

- A9** График изобарного процесса для 1 моля идеального газа в координатах V и T изображен на рисунке



- A10** Как изменяется внутренняя энергия одноатомного идеального газа при изохорном увеличении его давления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от молярной массы

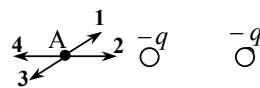
A11 Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоемкость этого вещества?

- 1) 250 Дж/(кг·К)
- 2) 24 Дж/(кг·К)
- 3) $4 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кг·К)
- 4) 0,92 кДж/(кг·К)

A12 Рабочее тело идеального теплового двигателя Карно за цикл получило от нагревателя количество теплоты 30 кДж. Температура нагревателя 127°C, температура холодильника 27°C. Какую работу совершило рабочее тело за цикл?

- 1) 75 Дж
- 2) 7,5 кДж
- 3) 23 кДж
- 4) 120 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных отрицательных точечных электрических зарядов $-q$ и $-q$. Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

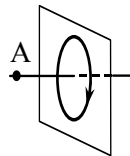


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка А находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка. Как направлен вектор индукции магнитного поля тока в точке А?

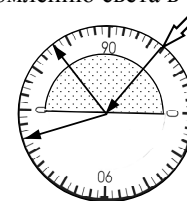


- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) вертикально вниз \downarrow
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) горизонтально влево \leftarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3$ пФ и $C_2 = 4$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наименьшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_2
- 3) L_2 и C_1
- 4) L_1 и C_2

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



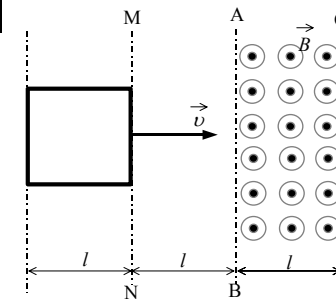
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 70^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$

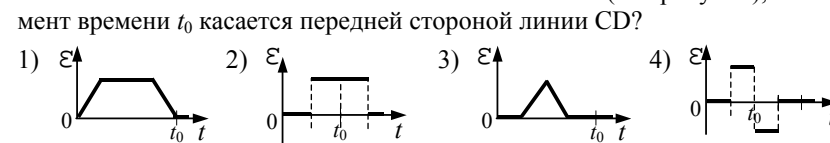
A18 Проникновение света в область геометрической тени от препятствия называется

- 1) дисперсией света
- 2) дифракцией света
- 3) интерференцией света
- 4) поляризацией света

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать плоскость MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 касается передней стороной линии CD?



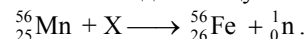
A20 Планетарной модели атома соответствует утверждение:

- 1) ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 2) ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 3) ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре
- 4) ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре

A21 Период полураспада ядер изотопа неона $^{25}_{10}\text{Ne}$ составляет 1,2 с. Это означает, что

- 1) все изначально имеющиеся ядра данного изотопа распадаются за 2,4 с
- 2) половина изначально имевшихся ядер данного изотопа распадается за 1,2 с
- 3) каждое ядро данного изотопа наполовину распадется за 1,2 с
- 4) для полного распада каждого ядра данного изотопа требуется 1,2 с

A22 Укажите недостающую частицу X в ядерной реакции:



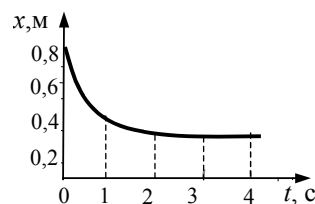
- 1) ^2_1H
- 2) ^1_1H
- 3) ^1_0n
- 4) $^0_{-1}\text{e}$

A23 Работа выхода электрона из металла равна 2,4 эВ. Какова максимальная возможная кинетическая энергия фотоэлектрона, «выбитого» из металла фотоном с энергией в 6,0 эВ?

- 1) 2,5 эВ
- 2) 3,6 эВ
- 3) 8,4 эВ
- 4) 14,4 эВ

A24 На рисунке показан график изменения координаты тележки с течением времени в инерциальной системе отсчета. На основании графика можно утверждать, что

- 1) тележка первые 2 секунды двигалась с уменьшающейся скоростью, а затем покоилась
- 2) равнодействующая сил, действующих на тележку, все время увеличивалась
- 3) тележка первые 2 секунды двигалась с уменьшающейся скоростью, а затем равномерно
- 4) координата тележки изменялась обратно пропорционально времени



A25 В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 2 Н и 1 кг·м/с²
- 2) 1 Н и 1 кг·м/с
- 3) 2 Н и 1 кг·м
- 4) 3 Н и 4 кг/с²

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях жесткости его пружины. Если увеличить жесткость пружины маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|---|-----------------|
| А) период колебаний | 1) увеличится |
| Б) частота колебаний | 2) уменьшится |
| В) период изменения потенциальной энергии | 3) не изменится |

А	Б	В

В2 Как изменятся заряд радиоактивного ядра и число нейтронов в нем в результате β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

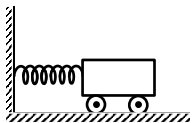
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--------------------|-----------------|
| А) заряд | 1) увеличится |
| Б) число нейтронов | 2) не изменится |
| | 3) уменьшится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3

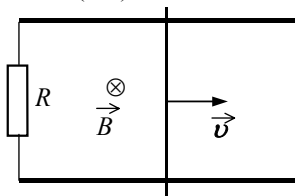
Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 1 см (см. рисунок). Какова максимальная кинетическая энергия груза?

B4

С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для уменьшения объема газа на 150 дм^3 его температуру уменьшают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

B5

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова сила Ампера, действующая на движущуюся перемычку? Ответ выразите в миллиньютонах (мН).

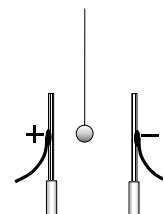


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

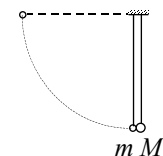
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шёлковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его.

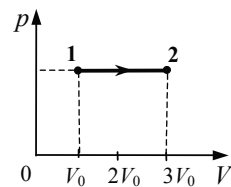
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2

Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Левый шарик, масса которого $m = 0,1 \text{ кг}$, отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какой должна быть масса правого шарика, чтобы в результате абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика перешла в тепло?

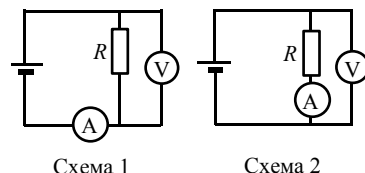
С3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



С4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение $\frac{U_1}{U_2}$ показаний вольтметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



С6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов ΔU и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Каково значение ΔU , если число фотонов на выходе прибора в $N = 500$ раз больше числа фотонов, падающих на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем 10 фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

С5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4$ с $^{-1}$?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 160

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ^{−27} кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ^{−19} Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ^{−31} кг ≈ 5,5·10 ^{−4} а.е.м.
протона	1,673·10 ^{−27} кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ^{−27} кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ^{−3} кг/моль	кислорода	32·10 ^{−3} кг/моль
аргона	40·10 ^{−3} кг/моль	лития	6·10 ^{−3} кг/моль
водорода	2·10 ^{−3} кг/моль	молибдена	96·10 ^{−3} кг/моль
воздуха	29·10 ^{−3} кг/моль	неона	20·10 ^{−3} кг/моль
гелия	4·10 ^{−3} кг/моль	углекислого газа	44·10 ^{−3} кг/моль

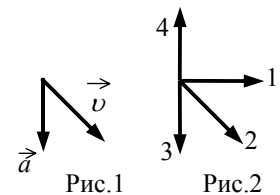
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка движется по окружности радиусом R со скоростью v . Как нужно изменить скорость ее движения, чтобы при увеличении радиуса окружности в 4 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним?

- 1) увеличить в 4 раза
- 2) уменьшить в 4 раза
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) уменьшить в 2 раза

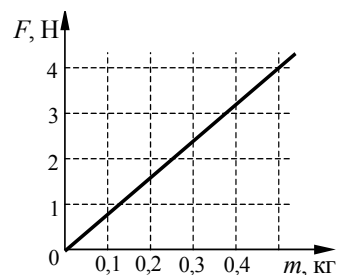
A2 На рисунке 1 представлены направления векторов скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} мяча в инерциальной системе отсчета. Какое из представленных на рисунке 2 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , приложенных к мячу?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A3 На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,98 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,2 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 8 м/с^2



A4 Отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$,

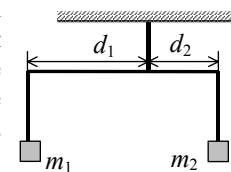
а отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 6$. Каково отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля?

- 1) 0,2
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1,8

A5 Автомобиль массой 10^3 кг движется со скоростью 10 м/с . Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

- 1) 10^5 Дж
- 2) 10^4 Дж
- 3) $5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$
- 4) $5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу первого тела, чтобы после увеличения плеча d_1 в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 3 раза
- 2) увеличить в 6 раз
- 3) уменьшить в 3 раза
- 4) уменьшить в 6 раз

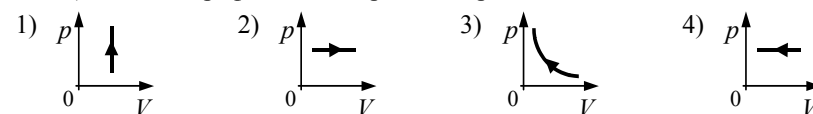
A7 Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарики движутся в сторону среднего, причем модули их скорости равны $12v$ и $3v$ соответственно. Каковыми будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) $5v$, влево
- 2) $3v$, вправо
- 3) $3v$, влево
- 4) v , вправо

A8 В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К . Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9 Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) является графиком изобарного нагревания газа?



A10 При каком процессе остается неизменной внутренняя энергия 1 моль идеального газа?

- 1) при изобарном сжатии
- 2) при изохорном сжатии
- 3) при адиабатном расширении
- 4) при изотермическом расширении

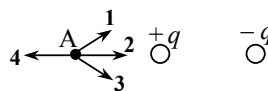
A11 Чугунная деталь массой 20 кг при понижении ее температуры на 200 К отдает количество теплоты, равное

- 1) 2000 кДж
- 2) 200 кДж
- 3) 50 кДж
- 4) 50 МДж

A12 У идеальной тепловой машины Карно температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело совершает за цикл работу, равную 16 кДж. Какое количество теплоты получает за цикл рабочее тело от нагревателя?

- 1) 640 Дж
- 2) 400 Дж
- 3) 64 кДж
- 4) 40 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-q$. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка



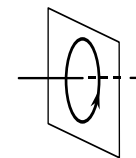
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

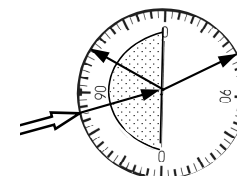
- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) вертикально вниз \downarrow
- 3) горизонтально влево \leftarrow
- 4) горизонтально вправо \rightarrow



A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 4$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_2 и C_2
- 2) L_1 и C_2
- 3) L_2 и C_1
- 4) L_1 и C_1

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



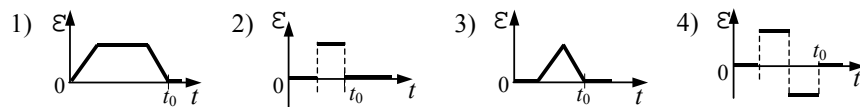
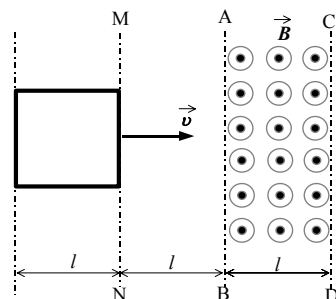
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 60^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 20^\circ}$

A18 Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется

- 1) интерференцией
- 2) поляризацией
- 3) дисперсией
- 4) преломлением

- A19** В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки пересекает плоскость CD?



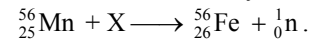
- A20** Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, электроны на орбитах вокруг ядра, заряд электронов положителен.
- 2) Ядро — в центре атома, электроны на орбитах вокруг ядра, заряд электронов отрицателен.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд электронов отрицателен.
- 4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд электронов равен нулю.

- A21** Период полураспада ядер изотопа натрия $^{24}_{11}\text{Na}$ составляет 15 часов. Это означает, что

- 1) все изначально имеющиеся ядра данного изотопа распадаются за 30 часов
- 2) половина изначально имевшихся ядер данного изотопа распадается за 15 часов
- 3) каждое ядро данного изотопа наполовину распадется за 15 часов
- 4) для полного распада каждого ядра данного изотопа требуется 15 часов

- A22** Укажите недостающую частицу X в ядерной реакции:

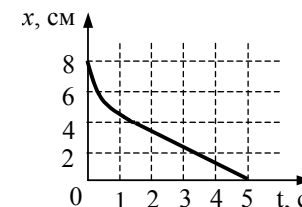


- 1) ^2_1H
- 2) ^1_1H
- 3) ^1_0n
- 4) $^0_{-1}\text{e}$

- A23** Какова работа выхода электрона из металла, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбитых из него фотонами с энергией 3,2 эВ, равна 1,4 эВ?

- 1) 1,8 эВ
- 2) 2,27 эВ
- 3) 4,48 эВ
- 4) 4,6 эВ

- A24** В пробирку с водой опустили шарик. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



- 1) шарик после 1,5 с двигался с постоянной скоростью
- 2) шарик двигался все время с постоянным ускорением
- 3) скорость шарика в начальный момент времени равнялась 5 м/с
- 4) скорость шарика все время уменьшалась

- A25** В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Н и 2 кг·м
- 2) 3 кг·м и 4 Дж
- 3) 2 Н·м и 1 Дж
- 4) 1 кг·с и 1 Н

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

- В1** Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях жесткости его пружины. Если уменьшить жесткость пружины маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота колебаний	2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии	3) не изменится

А	Б	В

- В2** Как изменятся заряд и массовое число радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

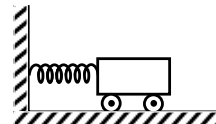
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) заряд	1) увеличится
Б) массовое число	2) не изменится
	3) уменьшится

А	Б

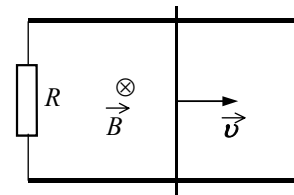
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- В3** Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине, совершает гармонические колебания. Максимальная скорость груза при этом равна 1 м/с. Какова максимальная энергия деформации пружины?



- В4** С идеальным газом происходит изотермический процесс, в котором в результате уменьшения объема газа на 150 дм^3 его давление возросло в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

В5



Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10 \text{ мА}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова скорость движения перемычки?

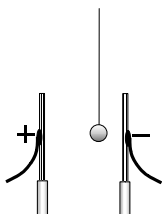
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

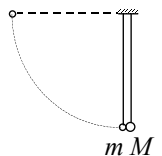
C1



Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шёлковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

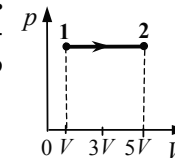
C2



Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков?

C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, со-

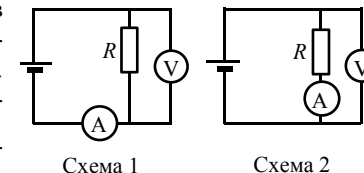


Схема 1

Схема 2

противление вольтметра $9R$. В первой схеме показание амперметра I_1 . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре понизилась на $\Delta\omega = 10^4$ с $^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает число фотонов, если один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 161

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ^{−27} кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ^{−19} Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ^{−31} кг ≈ 5,5·10 ^{−4} а.е.м.
протона	1,673·10 ^{−27} кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ^{−27} кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ^{−3} кг/моль	кислорода	32·10 ^{−3} кг/моль
аргона	40·10 ^{−3} кг/моль	лития	6·10 ^{−3} кг/моль
водорода	2·10 ^{−3} кг/моль	молибдена	96·10 ^{−3} кг/моль
воздуха	29·10 ^{−3} кг/моль	неона	20·10 ^{−3} кг/моль
гелия	4·10 ^{−3} кг/моль	углекислого газа	44·10 ^{−3} кг/моль

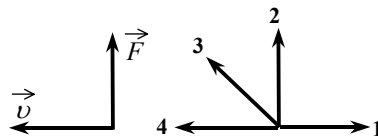
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка движется по окружности радиусом R со скоростью v . Как нужно изменить скорость ее движения, чтобы при увеличении радиуса окружности в 4 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним?

- 1) увеличить в 4 раза
- 2) уменьшить в 4 раза
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) уменьшить в 2 раза

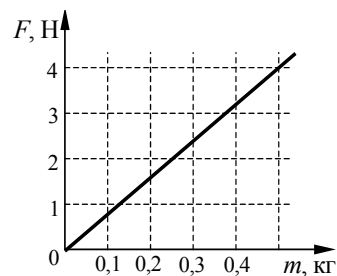
- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

- A3** На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,98 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,2 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 8 м/с^2



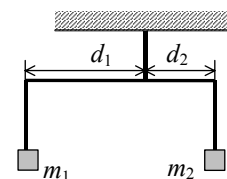
- A4** Отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 3$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 3?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 5

- A5** Автомобиль массой 10^3 кг движется со скоростью 10 м/с . Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

- 1) 10^5 Дж
- 2) 10^4 Дж
- 3) $5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$
- 4) $5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

- A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_2 , чтобы после увеличения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

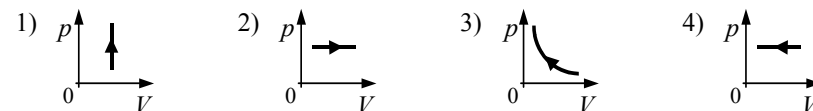
- A7** Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарики движутся в сторону среднего, причем модули их скорости равны $12v$ и $3v$ соответственно. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) $5v$, влево
- 2) $3v$, вправо
- 3) $3v$, влево
- 4) v , вправо

- A8** В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К . Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

- A9** Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) является графиком изобарного нагревания газа?



A10 При каком процессе остается неизменной внутренняя энергия постоянной массы идеального газа?

- 1) при изохорном расширении
- 2) при изобарном расширении
- 3) при адиабатном сжатии
- 4) при изотермическом сжатии

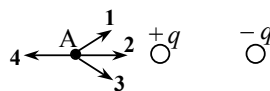
A11 Чугунная деталь массой 20 кг при понижении ее температуры на 200 К отдает количество теплоты, равное

- 1) 2000 кДж
- 2) 200 кДж
- 3) 50 кДж
- 4) 50 МДж

A12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно 227°C , а температура холодильника 27°C . Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную 10 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?

- 1) 2,5 Дж
- 2) 11,35 Дж
- 3) 11,35 кДж
- 4) 25 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-q$. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка



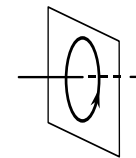
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

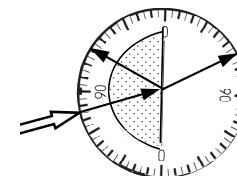
- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) вертикально вниз \downarrow
- 3) горизонтально влево \leftarrow
- 4) горизонтально вправо \rightarrow



A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3$ пФ и $C_2 = 4$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_2
- 3) L_1 и C_2
- 4) L_2 и C_1

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



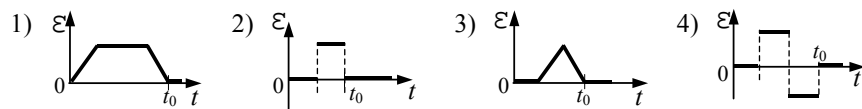
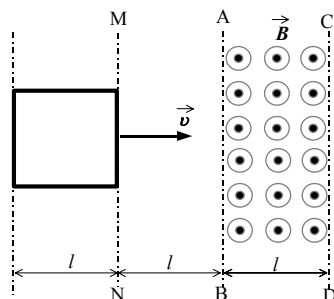
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 60^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 20^\circ}$

A18 Интерференцию световых волн, создаваемых двумя лампами накаливания, нельзя наблюдать, так как световые волны, излучаемые ими,

- 1) неполяризованы
- 2) некогерентны
- 3) слишком малой интенсивности
- 4) слишком большой интенсивности

- A19** В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки пересекает плоскость CD?



- A20** Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра положителен.
- 4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен.

- A21** Период полураспада ядер изотопа натрия $^{24}_{11}\text{Na}$ составляет 15 часов. Это означает, что

- 1) все изначально имеющиеся ядра данного изотопа распадаются за 30 часов
- 2) половина изначально имевшихся ядер данного изотопа распадается за 15 часов
- 3) каждое ядро данного изотопа наполовину распадется за 15 часов
- 4) для полного распада каждого ядра данного изотопа требуется 15 часов

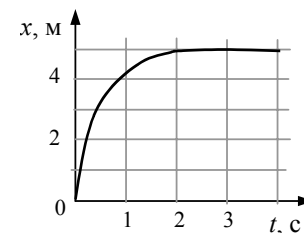
- A22** Каковы массовое число M и заряд Z ядра элемента свинца, полученного в результате следующей ядерной реакции: $^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^M_Z\text{Pb}$?

- 1) $M = 214, Z = 82$
- 2) $M = 206, Z = 82$
- 3) $M = 206, Z = 86$
- 4) $M = 214, Z = 86$

- A23** Какова работа выхода электрона из металла, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбитых из него фотонами с энергией 3,2 эВ, равна 1,4 эВ?

- 1) 1,8 эВ
- 2) 2,27 эВ
- 3) 4,48 эВ
- 4) 4,6 эВ

- A24** Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика можно уверенно утверждать, что



- 1) скорость шарика постоянно увеличивалась
- 2) первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной
- 3) первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился
- 4) на шарик действовала все увеличивающаяся сила

- A25** В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Н и 2 кг·м
- 2) 3 кг·м и 4 Дж
- 3) 2 Н·м и 1 Дж
- 4) 1 кг·с и 1 Н

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

- В1** Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях жесткости его пружины. Если уменьшить жесткость пружины маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота колебаний	2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии	3) не изменится

А	Б	В

- В2** Как изменятся массовое число радиоактивного ядра и число протонов в нем в результате β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

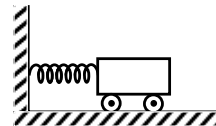
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) массовое число	1) увеличится
Б) число протонов	2) не изменится
	3) уменьшится

А	Б

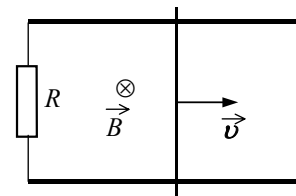
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

- В3** Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине, совершает гармонические колебания. Максимальная скорость груза при этом равна 1 м/с. Какова максимальная энергия деформации пружины?



- В4** С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для увеличения объема газа на 150 дм^3 его температуру увеличивают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

В5



Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10 \text{ мА}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова скорость движения перемычки?

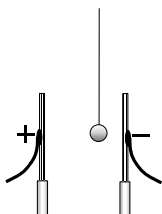
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

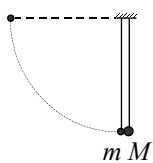
C1



Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шелковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

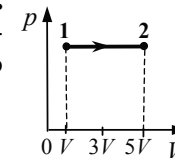
C2



Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,15$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какая доля от первоначального запаса кинетической энергии левого шарика перейдет в тепло в результате их абсолютно неупругого удара?

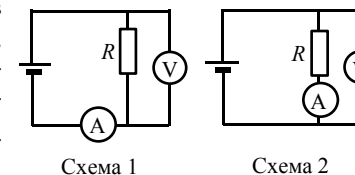
C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение $\frac{I_2}{I_1}$ показаний амперметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре понизилась на $\Delta\omega = 10^4$ с $^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для света от источника $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает энергию светового излучения, падающего на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 162

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

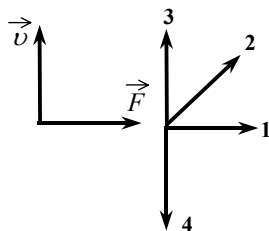
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка равномерно движется по окружности радиусом R с частотой обращения ν . Если частоту обращения точки увеличить в 2 раза, то ее центростремительное ускорение

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза

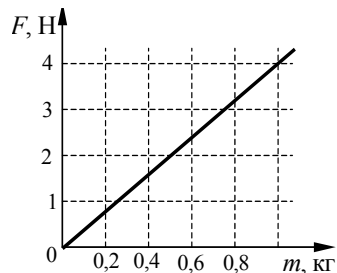
- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости тела \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

- A3** На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,07 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,25 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 4 м/с^2



- A4** Отношение массы автокрана к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 8$. Како-

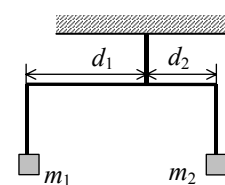
во отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля равно 4?

- 1) 0,5
- 2) 2
- 3) 3,2
- 4) 4

- A5** Кинетическая энергия автомобиля массой 500 кг, движущегося со скоростью 10 м/с, равна

- 1) 324000 Дж
- 2) 25000 Дж
- 3) 12500 Дж
- 4) 5000 Дж

- A6**



Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу второго тела, чтобы после уменьшения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

- A7**

Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарики движутся влево. Модули их скорости равны соответственно v и $8v$. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

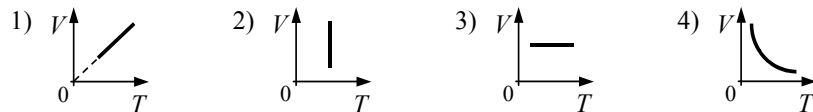
- 1) v , вправо
- 2) $2v$, влево
- 3) v , влево
- 4) $3v$, влево

- A8**

В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9 График изобарного процесса для 1 моля идеального газа в координатах V и T изображен на рисунке



A10 Как изменяется внутренняя энергия постоянного количества идеального газа при изохорном уменьшении его давления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от молярной массы газа

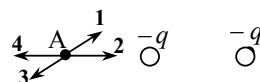
A11 Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоемкость этого вещества?

- 1) 250 Дж/(кг·К)
- 2) 24 Дж/(кг·К)
- 3) $4 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кг·К)
- 4) 0,92 кДж/(кг·К)

A12 За один рабочий цикл рабочее тело идеального теплового двигателя Карно получает от нагревателя количество теплоты 35 кДж и совершает работу 12 кДж. Чему равно отношение температуры нагревателя к температуре холодильника в этом двигателе?

- 1) 1,52
- 2) 1,92
- 3) 2,08
- 4) 2,92

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных отрицательных точечных электрических зарядов $-q$ и $-q$. Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

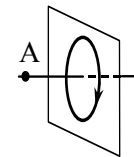


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка А находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка. Как направлен вектор индукции магнитного поля тока в точке А?

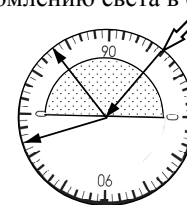


- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) вертикально вниз \downarrow
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) горизонтально влево \leftarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с $L_1 = 2$ мкГн и $L_2 = 1$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 4$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_1
- 3) L_2 и C_2
- 4) L_1 и C_2

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



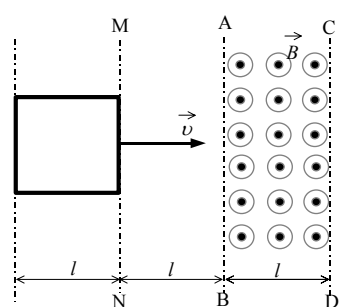
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 70^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$

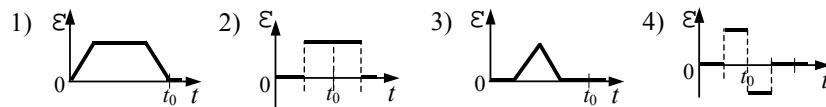
A18 Примером дифракции может служить

- 1) появление радуги после дождя
- 2) солнечное затмение
- 3) поглощение рентгеновских лучей свинцовой пластиной
- 4) проникновение света в область геометрической тени

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать плоскость MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 касается передней стороной линии CD?



A20

Планетарной модели атома соответствует утверждение: ядро — в центре атома, большая часть массы атома сосредоточена

- 1) в ядре, заряд электронов положителен
- 2) в ядре, заряд ядра отрицателен
- 3) в электронах, заряд электронов отрицателен
- 4) в ядре, заряд электронов отрицателен

A21

Период полураспада ядер изотопа неона ${}^{25}_{10}\text{Ne}$ составляет 1,2 с. Это означает, что

- 1) все изначально имеющиеся ядра данного изотопа распадаются за 2,4 с
- 2) половина изначально имевшихся ядер данного изотопа распадается за 1,2 с
- 3) каждое ядро данного изотопа наполовину распадется за 1,2 с
- 4) для полного распада каждого ядра данного изотопа требуется 1,2 с

A22

Каковы массовое число M и заряд Z ядра элемента свинца, полученного в результате следующей ядерной реакции: ${}^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^M_Z\text{Pb}$?

- 1) $M = 214, Z = 82$
- 2) $M = 206, Z = 82$
- 3) $M = 206, Z = 86$
- 4) $M = 214, Z = 86$

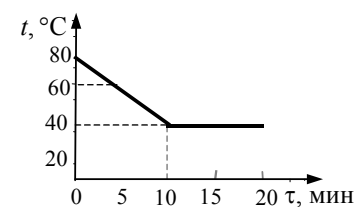
A23

Работа выхода электрона из металла равна 2,4 эВ. Какова максимальная возможная кинетическая энергия фотоэлектрона, «выбитого» из металла фотоном с энергией в 6,0 эВ?

- 1) 2,5 эВ
- 2) 3,6 эВ
- 3) 8,4 эВ
- 4) 14,4 эВ

A24

На графике приведена зависимость температуры некоторого вещества от времени. На основании этого графика можно с уверенностью сказать, что



- 1) первые 10 минут вещество охлаждалось, а затем стало конденсироваться
- 2) температура кристаллизации вещества 40°C
- 3) первые 10 минут вещество охлаждалось, а затем стало кристаллизироваться
- 4) первые 10 минут вещество остывало, а затем его температура не менялась

A25

В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 2 Н и 1 кг·м/с²
- 2) 1 Н и 1 кг·м/с
- 3) 2 Н и 1 кг·м
- 4) 3 Н и 4 кг/с²

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях жесткости его пружины. Если увеличить жесткость пружины маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|---|-----------------|
| А) период колебаний | 1) увеличится |
| Б) частота колебаний | 2) уменьшится |
| В) период изменения потенциальной энергии | 3) не изменится |

А	Б	В

В2 Как изменятся заряд и число нуклонов радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

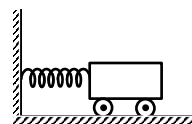
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|-------------------|-----------------|
| А) заряд | 1) увеличится |
| Б) число нуклонов | 2) не изменится |
| | 3) уменьшится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

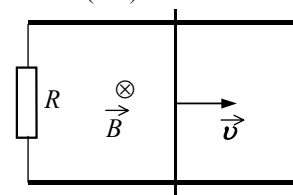
Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 1 см (см. рисунок). Какова максимальная кинетическая энергия груза?

В4

С идеальным газом проводится изотермический процесс, в котором после увеличения объема газа на 300 дм³ его давление уменьшилось в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм³.

В5

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Какова сила Ампера, действующая на движущуюся перемычку? Ответ выразите в миллиньютонах (мН).



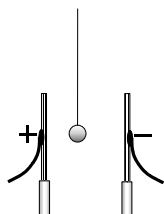
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

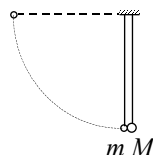


Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шёлковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

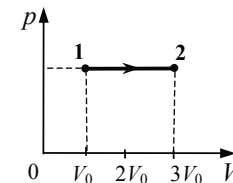
C2

Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Каким должно быть отношение масс шариков $\frac{M}{m}$, чтобы в результате их абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика перешла в тепло?



C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания амперметра в первой схеме, если во второй схеме они равны I_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

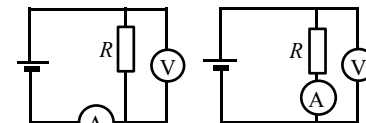


Схема 1

Схема 2

C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4$ с $^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор — электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Какое количество k фотонов, падающих на катод, приходится на 1 выбитый фотоэлектрон, если прибор увеличивает общее количество фотонов в $N = 500$ раз? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 163

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет в 3 раза меньше, то модуль ее центростремительного ускорения

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 3 раза
- 3) уменьшится в 9 раз
- 4) увеличится в 9 раз

A2 На рисунке 1 представлены направления векторов скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} мяча в инерциальной системе отсчета. Какое из представленных на рисунке 2 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , приложенных к мячу?

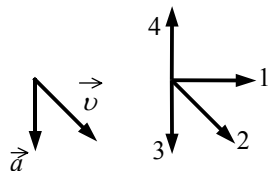
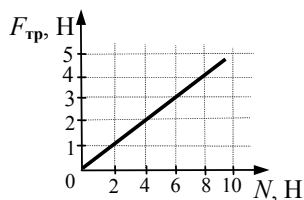


Рис. 2

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A3 На рисунке приведен график зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления. Каков коэффициент трения?

- 1) 0,2
- 2) 0,5
- 3) 0,25
- 4) 4



A4 Отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$,

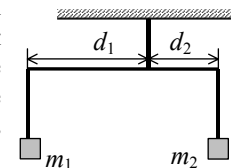
а отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 6$. Каково отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля?

- 1) 0,2
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1,8

A5 Скорость груза массой 0,2 кг равна 3 м/с. Кинетическая энергия груза равна

- 1) 0,6 Дж
- 2) 0,9 Дж
- 3) 2 Дж
- 4) 15 Дж

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу первого тела, чтобы после увеличения плеча d_1 в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 3 раза
- 2) увеличить в 6 раз
- 3) уменьшить в 3 раза
- 4) уменьшить в 6 раз

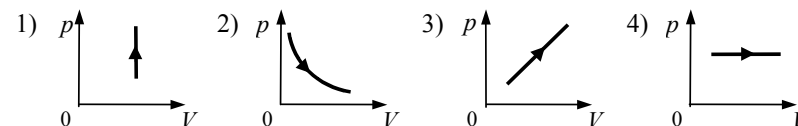
A7 Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарик движутся влево. Модули их скорости равны соответственно v и $8v$. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) v , вправо
- 2) $2v$, влево
- 3) v , влево
- 4) $3v$, влево

A8 В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9 Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) отображает изобарный процесс?



A10 При каком процессе остается неизменной внутренняя энергия 1 моль идеального газа?

- 1) при изобарном сжатии
- 2) при изохорном сжатии
- 3) при адиабатном расширении
- 4) при изотермическом расширении

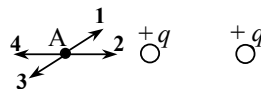
A11 Для нагревания 500 г вещества на 2 К необходимо подвести количество теплоты, равное 1,7 кДж. Удельная теплоемкость этого вещества равна

- 1) $6,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 2) $1,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 3) $1,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 4) $3,4 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

A12 У идеальной тепловой машины Карно температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело совершает за цикл работу, равную 16 кДж. Какое количество теплоты получает за цикл рабочее тело от нагревателя?

- 1) 640 Дж 2) 400 Дж 3) 64 кДж 4) 40 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $+q$. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

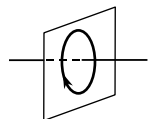


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А 2) 4,55 А 3) 22 А 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

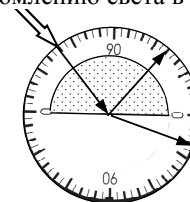


- 1) вертикально вверх в плоскости витка \uparrow
 2) вертикально вниз в плоскости витка \downarrow
 3) влево перпендикулярно плоскости витка \leftarrow
 4) вправо перпендикулярно плоскости витка \rightarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 4$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_2 и C_2 2) L_1 и C_2 3) L_2 и C_1 4) L_1 и C_1

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



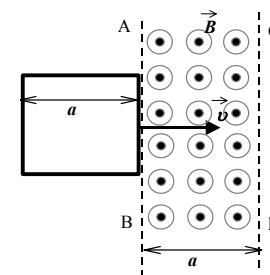
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$ 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ}$ 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$ 4) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$

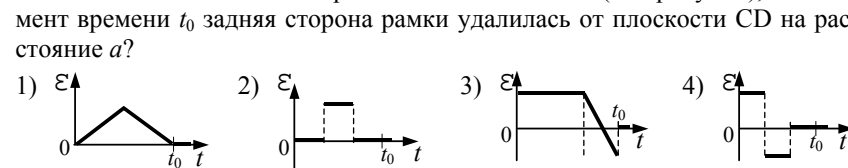
A18 Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется

- 1) интерференцией
 2) поляризацией
 3) дисперсией
 4) преломлением

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекла плоскость АВ (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки удалась от плоскости CD на расстояние a ?



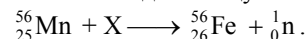
A20 Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, электроны на орбитах вокруг ядра, заряд электронов положителен.
- 2) Ядро — в центре атома, электроны на орбитах вокруг ядра, заряд электронов отрицателен.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд электронов отрицателен.
- 4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд электронов равен нулю.

A21 Период полураспада ядер актинона (изотопа радона) $^{219}_{86}\text{Rn}$ составляет 3,9 с. Это означает, что

- 1) за 3,9 с атомный номер каждого атома актинона уменьшится вдвое
- 2) одно ядро актинона распадается каждые 3,9 с
- 3) половина изначально имевшихся ядер актинона распадается за 3,9 с
- 4) все изначально имеющиеся ядра актинона распадутся за 7,8 с

A22 Укажите недостающую частицу X в ядерной реакции:

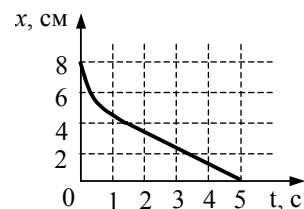


- 1) ^2_1H
- 2) ^1_1H
- 3) ^1_0n
- 4) $^0_{-1}\text{e}$

A23 Фотоэффект, вызываемый фотонами, падающими на катод, наблюдается при частоте света $\nu \geq 2,4 \cdot 10^{15}$ Гц. Какова работа выхода электрона с поверхности катода?

- 1) 1 эВ
- 2) 5 эВ
- 3) 10 эВ
- 4) 99 эВ

A24 В пробирку с водой опустили шарик. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



- 1) шарик после 1,5 с двигался с постоянной скоростью
- 2) шарик двигался все время с постоянным ускорением
- 3) скорость шарика в начальный момент времени равнялась 5 м/с
- 4) скорость шарика все время уменьшалась

A25 В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 А·с и 1 В
- 2) 3 А·В и 4 Кл
- 3) 2 В·с и 1 Кл
- 4) 3 Кл и 1 А·с

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях массы маятника. Если уменьшить массу маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота колебаний	2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии	3) не изменится

А	Б	В

В2 Как изменятся заряд и массовое число радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

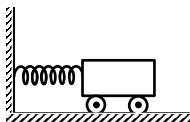
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) заряд	1) увеличится
Б) массовое число	2) не изменится
	3) уменьшится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3



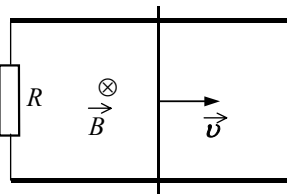
Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная кинетическая энергия груза при этом равна 1 Дж. Какова амплитуда колебаний груза?

B4

С идеальным газом происходит изотермический процесс, в котором в результате уменьшения объема газа на 150 дм^3 его давление возросло в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

B5

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10 \text{ мА}$. Каково сопротивление контура?



Часть 3

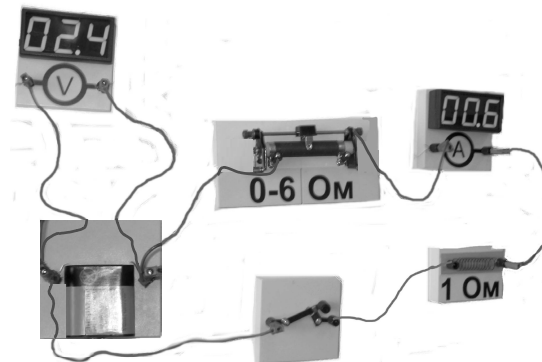
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

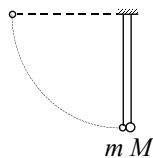
Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при размыкании ключа.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

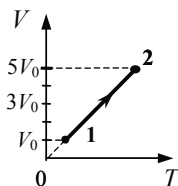
C2



Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков?

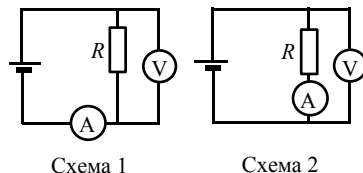
C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль разреженного гелия. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. В первой схеме показание амперметра I_1 . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре уменьшилась на $\Delta\omega = 10^4 \text{ с}^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает число фотонов, если один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 164

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

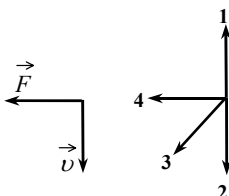
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет вдвое больше, то модуль ее центростремительного ускорения

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

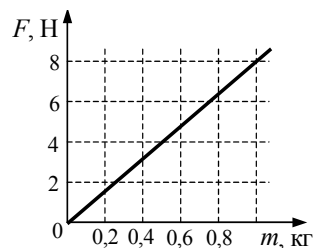
- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости тела \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

- A3** На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,07 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,25 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 8 м/с^2



- A4** Отношение скорости легкового автомобиля к скорости грузовика $\frac{v_1}{v_2} = 2$, а

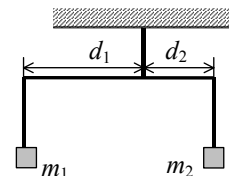
отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 0,1$. Каково отношение импульса легкового автомобиля к импульсу грузовика?

- 1) 0,2
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 5

- A5** Тележка движется со скоростью 3 м/с. Её кинетическая энергия равна 27 Дж. Какова масса тележки?

- 1) 6 кг
- 2) 9 кг
- 3) 18 кг
- 4) 81 кг

- A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_1 , чтобы после увеличения массы первого тела в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 3 раза
- 2) увеличить в 6 раз
- 3) уменьшить в 3 раза
- 4) уменьшить в 6 раз

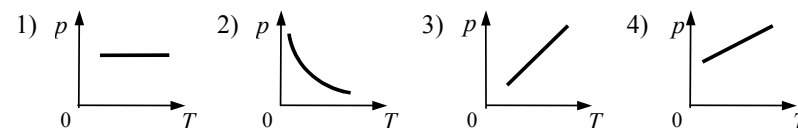
- A7** Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарик движутся в сторону среднего, причем модули их скорости равны $12v$ и $3v$ соответственно. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) $5v$, влево
- 2) $3v$, вправо
- 3) $3v$, влево
- 4) v , вправо

- A8** В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

- A9** На рисунке приведены графики зависимости давления 1 моль идеального газа от абсолютной температуры для различных процессов. Изохорному процессу соответствует график



- A10** Как изменяется внутренняя энергия одноатомного идеального газа при изохорном увеличении его давления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от молярной массы

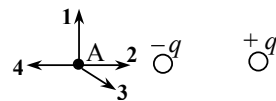
A11 Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

- 1) 390 Дж 2) 26 кДж 3) 260 Дж 4) 39 кДж

A12 Рабочее тело идеального теплового двигателя Карно за цикл получило от нагревателя количество теплоты 30 кДж. Температура нагревателя 127°C, температура холодильника 27°C. Какую работу совершило рабочее тело за цикл?

- 1) 75 Дж 2) 7,5 кДж 3) 23 кДж 4) 120 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $-q$ и $+q$. Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

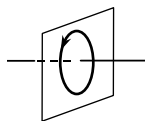


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А 2) 4,55 А 3) 22 А 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

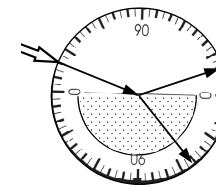


- 1) вертикально вверх ↑
2) вертикально вниз ↓
3) горизонтально вправо →
4) горизонтально влево ←

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3$ пФ и $C_2 = 4$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наименьшим?

- 1) L_1 и C_1 2) L_2 и C_2 3) L_2 и C_1 4) L_1 и C_2

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



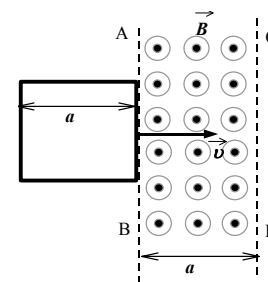
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$ 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ}$ 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$ 4) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$

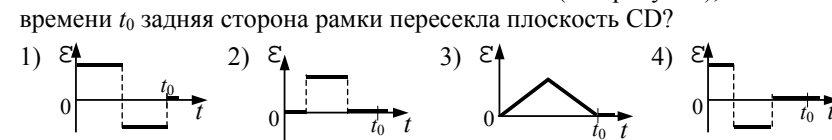
A18 Проникновение света в область геометрической тени от препятствия называется

- 1) дисперсией света
2) дифракцией света
3) интерференцией света
4) поляризацией света

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекла плоскость AB (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки пересекла плоскость CD?



A20

Планетарной модели атома соответствует утверждение:

- 1) ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 2) ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 3) ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре
- 4) ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре

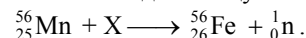
A21

Период полураспада ядер франция ${}_{87}^{221}\text{Fr}$ составляет 4,8 мин. Это означает, что

- 1) за 4,8 мин атомный номер каждого атома франция уменьшится вдвое
- 2) каждые 4,8 мин распадается одно ядро франция
- 3) все изначально имевшиеся ядра франция распадутся за 9,6 мин
- 4) половина изначально имевшихся ядер франция распадается за 4,8 мин

A22

Укажите недостающую частицу X в ядерной реакции:



- 1) ${}_1^2\text{H}$
- 2) ${}_1^1\text{H}$
- 3) ${}_0^1\text{n}$
- 4) ${}_{-1}^0\text{e}$

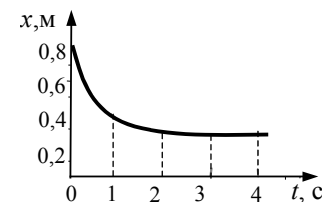
A23

Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

- 1) 0,5 эВ
- 2) 1,5 эВ
- 3) 2,0 эВ
- 4) 3,5 эВ

A24

На рисунке показан график изменения координаты тележки с течением времени в инерциальной системе отсчета. На основании графика можно утверждать, что



- 1) тележка первые 2 секунды двигалась с уменьшающейся скоростью, а затем покоилась
- 2) равнодействующая сил, действующих на тележку, все время увеличивалась
- 3) тележка первые 2 секунды двигалась с уменьшающейся скоростью, а затем равномерно
- 4) координата тележки изменялась обратно пропорционально времени

A25

В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Кл и 1 А·В
- 2) 3 Кл и 1 Ф·В
- 3) 2 А и 3 Кл·с
- 4) 3 А и 2 В·с

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1

В школьной лаборатории изучают колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Если увеличить массу маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|---|-----------------|
| А) период колебаний | 1) увеличится |
| Б) частота колебаний | 2) уменьшится |
| В) период изменения потенциальной энергии | 3) не изменится |

А	Б	В

B2 Как изменится заряд радиоактивного ядра и число нейтронов в нем в результате β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

А) заряд

1) увеличится

Б) число нейтронов

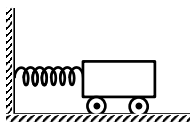
2) не изменится

3) уменьшится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3



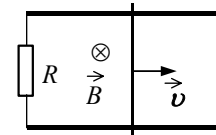
Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная сила упругости пружины при этом равна 20 Н. Какова максимальная скорость груза?

B4

С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для уменьшения объема газа на 150 дм^3 его температуру уменьшают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

B5

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова сила индукционного тока в контуре? Ответ выразите в миллиамперах (мА).



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

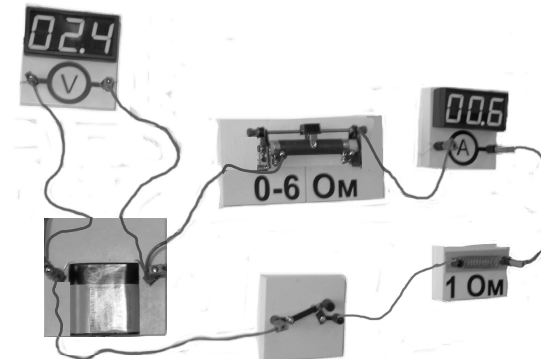
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

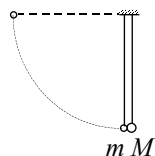
На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.



Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

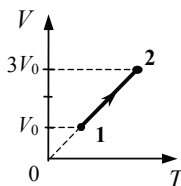
C2



Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Левый шарик, масса которого $m = 0,1$ кг, отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какой должна быть масса правого шарика, чтобы в результате абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика перешла в тепло?

C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль разреженного гелия. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение $\frac{U_1}{U_2}$ показаний вольтметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

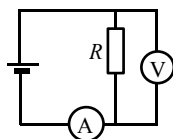


Схема 1

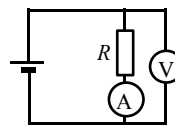


Схема 2

C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов ΔU и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Каково значение ΔU , если число фотонов на выходе прибора в $N = 500$ раз больше числа фотонов, падающих на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем 10 фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 165

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет вдвое больше, то модуль ее центростремительного ускорения

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

A2 На рисунке 1 представлены направления векторов скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} мяча в инерциальной системе отсчета. Какое из представленных на рисунке 2 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , приложенных к мячу?

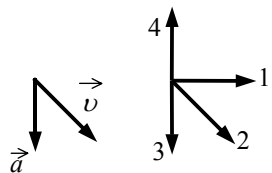
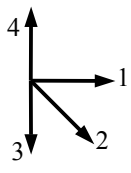


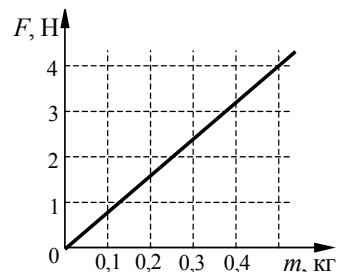
Рис. 2



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A3 На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,98 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,2 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 8 м/с^2



A4 Отношение скорости легкового автомобиля к скорости грузовика $\frac{v_1}{v_2} = 2$, а

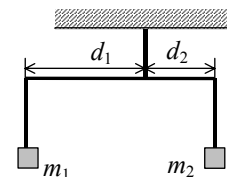
отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 0,1$. Каково отношение импульса легкового автомобиля к импульсу грузовика?

- 1) 0,2
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 5

A5 Кинетическая энергия автомобиля массой 500 кг, движущегося со скоростью 10 м/с, равна

- 1) 324000 Дж
- 2) 25000 Дж
- 3) 12500 Дж
- 4) 5000 Дж

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_2 , чтобы после увеличения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

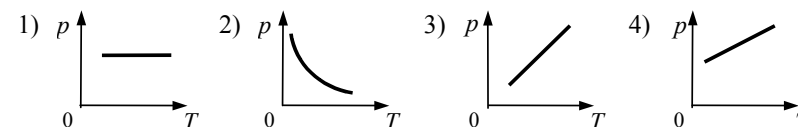
A7 Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарики движутся влево. Модули их скорости равны соответственно v и $8v$. Каковыми будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) v , вправо
- 2) $2v$, влево
- 3) v , влево
- 4) $3v$, влево

A8 В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9 На рисунке приведены графики зависимости давления 1 моль идеального газа от абсолютной температуры для различных процессов. Изохорному процессу соответствует график



A10 При каком процессе остается неизменной внутренняя энергия 1 моль идеального газа?

- 1) при изобарном сжатии
- 2) при изохорном сжатии
- 3) при адиабатном расширении
- 4) при изотермическом расширении

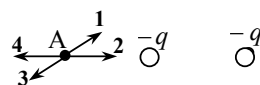
A11 Чугунная деталь массой 20 кг при понижении ее температуры на 200 К отдает количество теплоты, равное

- 1) 2000 кДж
- 2) 200 кДж
- 3) 50 кДж
- 4) 50 МДж

A12 Рабочее тело идеального теплового двигателя Карно за цикл получило от нагревателя количество теплоты 30 кДж. Температура нагревателя 127°C, температура холодильника 27°C. Какую работу совершило рабочее тело за цикл?

- 1) 75 Дж
- 2) 7,5 кДж
- 3) 23 кДж
- 4) 120 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных отрицательных точечных электрических зарядов $-q$ и $-q$. Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

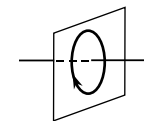


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

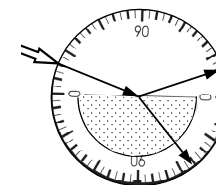


- 1) вертикально вверх в плоскости витка ↑
- 2) вертикально вниз в плоскости витка ↓
- 3) влево перпендикулярно плоскости витка ←
- 4) вправо перпендикулярно плоскости витка →

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с $L_1 = 2$ мкГн и $L_2 = 1$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 4$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_1
- 3) L_2 и C_2
- 4) L_1 и C_2

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



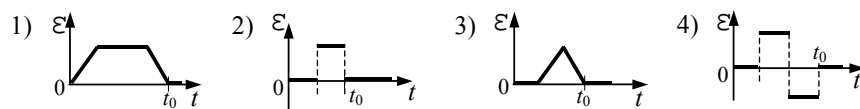
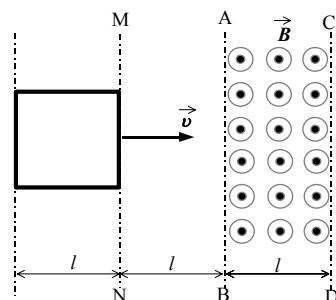
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$

A18 Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется

- 1) интерференцией
- 2) поляризацией
- 3) дисперсией
- 4) преломлением

- A19** В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки пересекает плоскость CD?



- A20** Планетарной модели атома соответствует утверждение:

- 1) ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 2) ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке
- 3) ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре
- 4) ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре

- A21** Период полураспада ядер изотопа неона $^{25}_{10}\text{Ne}$ составляет 1,2 с. Это означает, что

- 1) все изначально имеющиеся ядра данного изотопа распадаются за 2,4 с
- 2) половина изначально имевшихся ядер данного изотопа распадается за 1,2 с
- 3) каждое ядро данного изотопа наполовину распадется за 1,2 с
- 4) для полного распада каждого ядра данного изотопа требуется 1,2 с

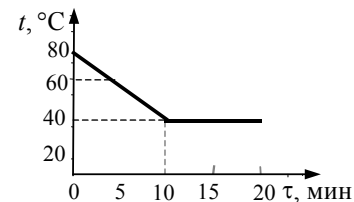
- A22** Каковы массовое число M и заряд Z ядра элемента свинца, полученного в результате следующей ядерной реакции: $^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^M_Z\text{Pb}$?

- 1) $M = 214, Z = 82$
- 2) $M = 206, Z = 82$
- 3) $M = 206, Z = 86$
- 4) $M = 214, Z = 86$

- A23** Фотоэффект, вызываемый фотонами, падающими на катод, наблюдается при частоте света $\nu \geq 2,4 \cdot 10^{15}$ Гц. Какова работа выхода электрона с поверхности катода?

- 1) 1 эВ
- 2) 5 эВ
- 3) 10 эВ
- 4) 99 эВ

- A24** На графике приведена зависимость температуры некоторого вещества от времени. На основании этого графика можно с уверенностью сказать, что



- 1) первые 10 минут вещество охлаждалось, а затем стало конденсироваться
- 2) температура кристаллизации вещества 40°C
- 3) первые 10 минут вещество охлаждалось, а затем стало кристаллизироваться
- 4) первые 10 минут вещество остывало, а затем его температура не менялась

- A25** В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Кл и 1 А·В
- 2) 3 Кл и 1 Ф·В
- 3) 2 А и 3 Кл·с
- 4) 3 А и 2 В·с

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях жесткости его пружины. Если уменьшить жесткость пружины маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А)	период колебаний	1) увеличится
Б)	частота колебаний	2) уменьшится
В)	период изменения потенциальной энергии	3) не изменится

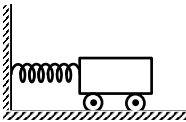
А	Б	В

В2 Как изменятся заряд радиоактивного ядра и число нейтронов в нем в результате β^- -распада?
Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А)	заряд	1) увеличится
Б)	число нейтронов	2) не изменится
		3) уменьшится

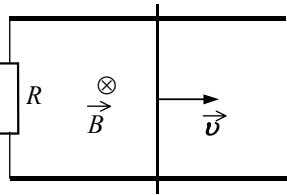
А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3  Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 1 см (см. рисунок). Какова максимальная кинетическая энергия груза?

В4 С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для увеличения объема газа на 150 дм³ его температуру увеличивают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм³.

В5 Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10$ мА. Каково сопротивление контура?



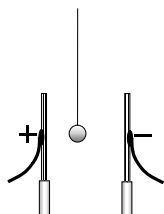
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

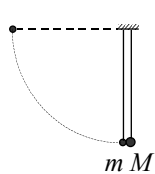
C1



Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шёлковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

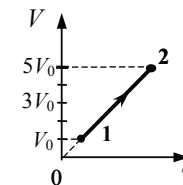
C2



Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,15$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какая доля от первоначального запаса кинетической энергии левого шарика перейдет в тепло в результате их абсолютно неупругого удара?

C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль разреженного гелия. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания амперметра в первой схеме, если во второй схеме они равны I_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

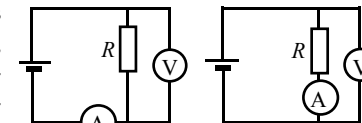


Схема 1

Схема 2

C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор — электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает число фотонов, если один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 166

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

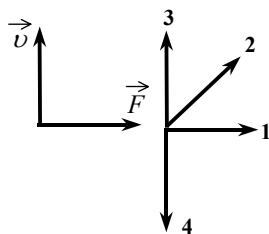
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет в 3 раза меньше, то модуль ее центростремительного ускорения

1) не изменится
2) уменьшится в 3 раза
3) уменьшится в 9 раз
4) увеличится в 9 раз

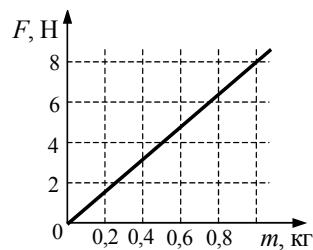
- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости тела \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

- A3** На графике показана зависимость силы тяги от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

1) $0,07 \text{ м/с}^2$
2) $1,25 \text{ м/с}^2$
3) $9,8 \text{ м/с}^2$
4) 8 м/с^2



- A4** Отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$,

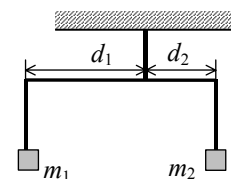
а отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 6$. Каково отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля?

1) 0,2 2) 2 3) 3 4) 1,8

- A5** Автомобиль массой 10^3 кг движется со скоростью 10 м/с . Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

1) 10^5 Дж 2) 10^4 Дж 3) $5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ 4) $5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

- A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_1 , чтобы после увеличения массы первого тела в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



1) увеличить в 3 раза
2) увеличить в 6 раз
3) уменьшить в 3 раза
4) уменьшить в 6 раз

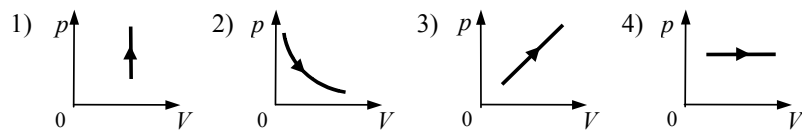
- A7** Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарики движутся в сторону среднего, причем модули их скорости равны $12v$ и $3v$ соответственно. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

1) $5v$, влево 2) $3v$, вправо 3) $3v$, влево 4) v , вправо

- A8** В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К . Каково давление этого газа?

1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$ 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$ 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$ 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9 Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) отображает изобарный процесс?



A10 Как изменяется внутренняя энергия постоянного количества идеального газа при изохорном уменьшении его давления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от молярной массы газа

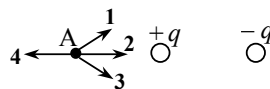
A11 Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

- 1) 390 Дж
- 2) 26 кДж
- 3) 260 Дж
- 4) 39 кДж

A12 У идеальной тепловой машины Карно температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело совершает за цикл работу, равную 16 кДж. Какое количество теплоты получает за цикл рабочее тело от нагревателя?

- 1) 640 Дж
- 2) 400 Дж
- 3) 64 кДж
- 4) 40 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-q$. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

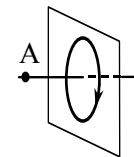


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка А находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка. Как направлен вектор индукции магнитного поля тока в точке А?

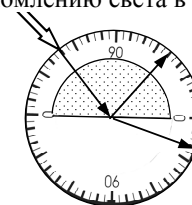


- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) вертикально вниз \downarrow
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) горизонтально влево \leftarrow

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3$ пФ и $C_2 = 4$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_2
- 3) L_1 и C_2
- 4) L_2 и C_1

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



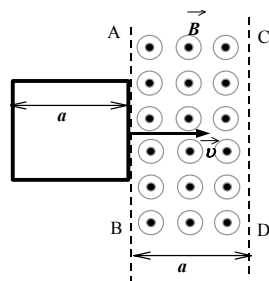
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$

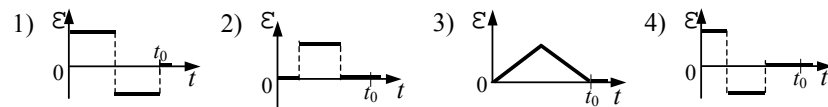
A18 Примером дифракции может служить

- 1) появление радуги после дождя
- 2) солнечное затмение
- 3) поглощение рентгеновских лучей свинцовой пластиной
- 4) проникновение света в область геометрической тени

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекла плоскость AB (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки пересекла плоскость CD?



A20

Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, электроны на орбитах вокруг ядра, заряд электронов положителен.
- 2) Ядро — в центре атома, электроны на орбитах вокруг ядра, заряд электронов отрицателен.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд электронов отрицателен.
- 4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд электронов равен нулю.

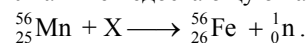
A21

Период полураспада ядер изотопа натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$ составляет 15 часов. Это означает, что

- 1) все изначально имеющиеся ядра данного изотопа распадаются за 30 часов
- 2) половина изначально имевшихся ядер данного изотопа распадается за 15 часов
- 3) каждое ядро данного изотопа наполовину распадется за 15 часов
- 4) для полного распада каждого ядра данного изотопа требуется 15 часов

A22

Укажите недостающую частицу X в ядерной реакции:



- 1) ${}_1^2\text{H}$
- 2) ${}_1^1\text{H}$
- 3) ${}_0^1\text{n}$
- 4) ${}_{-1}^0\text{e}$

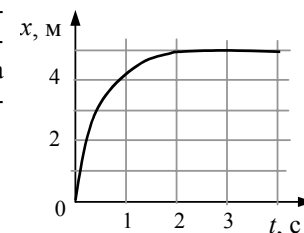
A23

Работа выхода электрона из металла равна 2,4 эВ. Какова максимальная возможная кинетическая энергия фотоэлектрона, «выбитого» из металла фотоном с энергией в 6,0 эВ?

- 1) 2,5 эВ
- 2) 3,6 эВ
- 3) 8,4 эВ
- 4) 14,4 эВ

A24

Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика можно уверенно утверждать, что



- 1) скорость шарика постоянно увеличивалась
- 2) первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной
- 3) первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился
- 4) на шарик действовала все увеличивающаяся сила

A25

В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 А·с и 1 В
- 2) 3 А·В и 4 Кл
- 3) 2 В·с и 1 Кл
- 4) 3 Кл и 1 А·с

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях жесткости его пружины. Если увеличить жесткость пружины маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний		1) увеличится
Б) частота колебаний		2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии		3) не изменится

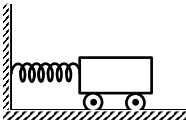
А	Б	В

В2 Как изменятся заряд и число нуклонов радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?
Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.
К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) заряд		1) увеличится
Б) число нуклонов		2) не изменится
		3) уменьшится

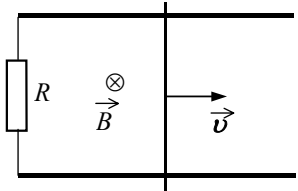
А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3  Груз, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 1 см (см. рисунок). Какова максимальная кинетическая энергия груза?

В4 С идеальным газом проводится изотермический процесс, в котором после увеличения объема газа на 300 дм³ его давление уменьшилось в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм³.

В5 Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Какова сила Ампера, действующая на движущуюся перемычку? Ответ выразите в миллиньютонах (мН).



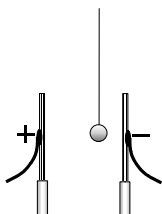
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

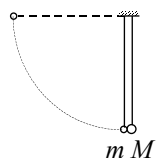
C1



Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шелковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

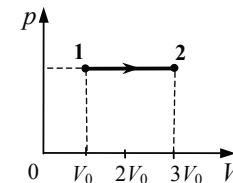
C2



Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Левый шарик, масса которого $m = 0,1$ кг, отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какой должна быть масса правого шарика, чтобы в результате абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика перешла в тепло?

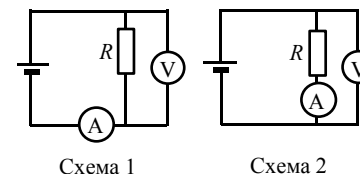
C3

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение $\frac{I_2}{I_1}$ показаний амперметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



C5

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре уменьшилась на $\Delta\omega = 10^4$ с $^{-1}$?

C6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Какое количество k фотонов, падающих на катод, приходится на 1 выбитый фотоэлектрон, если прибор увеличивает общее количество фотонов в $N = 500$ раз? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 167

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

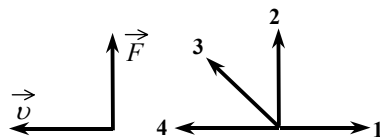
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Материальная точка равномерно движется по окружности радиусом R с частотой обращения ν . Если частоту обращения точки увеличить в 2 раза, то ее центростремительное ускорение

1) не изменится
2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится в 4 раза
4) увеличится в 2 раза

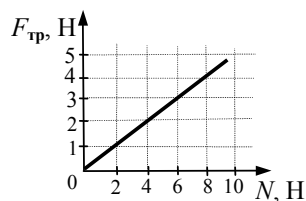
- A2** На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A3** На рисунке приведен график зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления. Каков коэффициент трения?

1) 0,2
2) 0,5
3) 0,25
4) 4



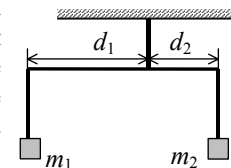
- A4** Отношение массы автокрана к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 8$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля равно 4?

1) 0,5 2) 2 3) 3,2 4) 4

- A5** Тележка движется со скоростью 3 м/с. Её кинетическая энергия равна 27 Дж. Какова масса тележки?

1) 6 кг 2) 9 кг 3) 18 кг 4) 81 кг

- A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу первого тела, чтобы после увеличения плеча d_1 в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



1) увеличить в 3 раза
2) увеличить в 6 раз
3) уменьшить в 3 раза
4) уменьшить в 6 раз

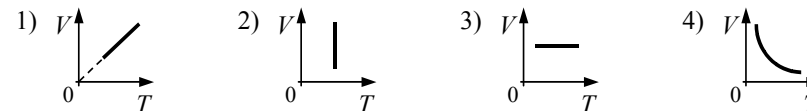
- A7** Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарик движутся в сторону среднего, причем модули их скорости равны $12v$ и $3v$ соответственно. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

1) $5v$, влево 2) $3v$, вправо 3) $3v$, влево 4) v , вправо

- A8** В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа?

1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$ 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$ 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$ 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

- A9** График изобарного процесса для 1 моля идеального газа в координатах V и T изображен на рисунке



- A10** При каком процессе остается неизменной внутренняя энергия постоянной массы идеального газа?

1) при изохорном расширении
2) при изобарном расширении
3) при адиабатном сжатии
4) при изотермическом сжатии

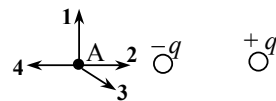
A11 Для нагревания 500 г вещества на 2 К необходимо подвести количество теплоты, равное 1,7 кДж. Удельная теплоемкость этого вещества равна

- 1) $6,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 2) $1,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 3) $1,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 4) $3,4 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

A12 За один рабочий цикл рабочее тело идеального теплового двигателя Карно получает от нагревателя количество теплоты 35 кДж и совершает работу 12 кДж. Чему равно отношение температуры нагревателя к температуре холодильника в этом двигателе?

- 1) 1,52 2) 1,92 3) 2,08 4) 2,92

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $-q$ и $+q$. Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

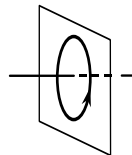


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А 2) 4,55 А 3) 22 А 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

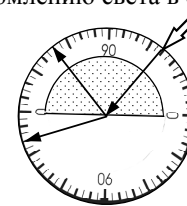


- 1) вертикально вверх ↑
2) вертикально вниз ↓
3) горизонтально влево ←
4) горизонтально вправо →

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1 \text{ мкГн}$ и $L_2 = 2 \text{ мкГн}$, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3 \text{ пФ}$ и $C_2 = 4 \text{ пФ}$. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наименьшим?

- 1) L_1 и C_1 2) L_2 и C_2 3) L_2 и C_1 4) L_1 и C_2

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



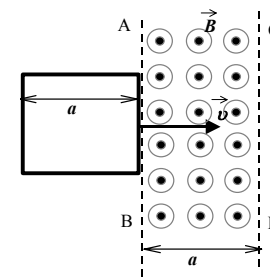
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$ 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 70^\circ}$ 3) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$ 4) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$

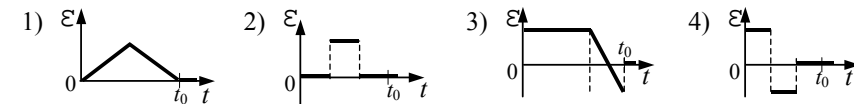
A18 Интерференцию световых волн, создаваемых двумя лампами накаливания, нельзя наблюдать, так как световые волны, излучаемые ими,

- 1) неполяризованы
2) некогерентны
3) слишком малой интенсивности
4) слишком большой интенсивности

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекла плоскость АВ (см. рисунок), а в момент времени t_0 задняя сторона рамки удалилась от плоскости CD на расстояние a ?



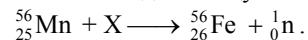
A20 Планетарной модели атома соответствует утверждение: ядро – в центре атома, большая часть массы атома сосредоточена

- 1) в ядре, заряд электронов положителен
2) в ядре, заряд ядра отрицателен
3) в электронах, заряд электронов отрицателен
4) в ядре, заряд электронов отрицателен

A21 Период полураспада ядер франция $^{221}_{87}\text{Fr}$ составляет 4,8 мин. Это означает, что

- 1) за 4,8 мин атомный номер каждого атома франция уменьшится вдвое
- 2) каждые 4,8 мин распадается одно ядро франция
- 3) все изначально имевшиеся ядра франция распадутся за 9,6 мин
- 4) половина изначально имевшихся ядер франция распадается за 4,8 мин

A22 Укажите недостающую частицу X в ядерной реакции:



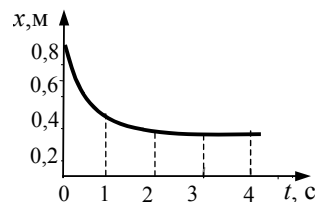
- 1) ^2_1H
- 2) ^1_1H
- 3) ^1_0n
- 4) $^0_{-1}\text{e}$

A23 Какова работа выхода электрона из металла, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбитых из него фотонами с энергией 3,2 эВ, равна 1,4 эВ?

- 1) 1,8 эВ
- 2) 2,27 эВ
- 3) 4,48 эВ
- 4) 4,6 эВ

A24 На рисунке показан график изменения координаты тележки с течением времени в инерциальной системе отсчета. На основании графика можно утверждать, что

- 1) тележка первые 2 секунды двигалась с уменьшающейся скоростью, а затем покоилась
- 2) равнодействующая сил, действующих на тележку, все время увеличивалась
- 3) тележка первые 2 секунды двигалась с уменьшающейся скоростью, а затем равномерно
- 4) координата тележки изменялась обратно пропорционально времени



A25 В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 2 Н и 1 кг·м/с²
- 2) 1 Н и 1 кг·м/с
- 3) 2 Н и 1 кг·м
- 4) 3 Н и 4 кг/с²

Часть 2

В заданиях B1–B2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1

В школьной лаборатории изучают колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Если увеличить массу маятника, то как изменятся 3 величины: период его колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота колебаний	2) уменьшится
В) период изменения потенциальной энергии	3) не изменится

А	Б	В

B2

Как изменятся заряд и массовое число радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

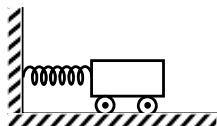
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) заряд	1) увеличится
Б) массовое число	2) не изменится
	3) уменьшится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3

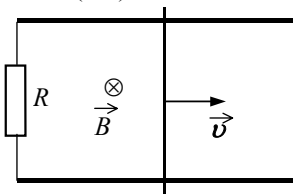
Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине, совершает гармонические колебания. Максимальная скорость груза при этом равна 1 м/с. Какова максимальная энергия деформации пружины?

**B4**

С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для уменьшения объема газа на 150 дм^3 его температуру уменьшают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

B5

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова сила Ампера, действующая на движущуюся перемычку? Ответ выразите в миллиньютонах (мН).



Часть 3

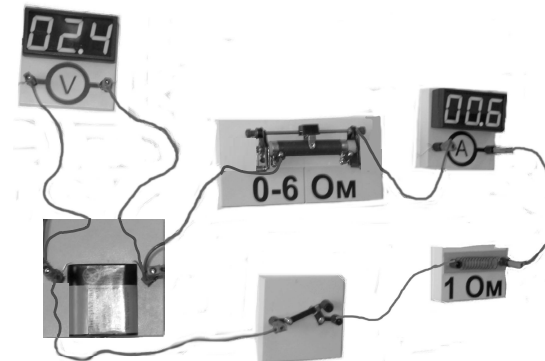
Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при размыкании ключа.

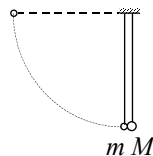


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

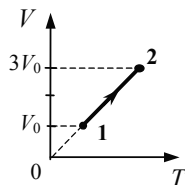
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

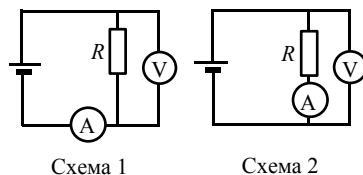
Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях. Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Каким должно быть отношение масс шариков $\frac{M}{m}$, чтобы в результате их абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии левого шарика перешла в тепло?

**С3**

На рисунке изображено изменение состояния 1 моль разреженного гелия. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?

**С4**

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. В первой схеме показание амперметра I_1 . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

**С5**

Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1 \text{ мкФ}$ и катушку индуктивности $L = 0,01 \text{ Гн}$. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре понизилась на $\Delta\omega = 10^4 \text{ с}^{-1}$?

С6

Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов ΔU и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820 \text{ нм}$, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410 \text{ нм}$. Каково значение ΔU , если число фотонов на выходе прибора в $N = 500$ раз больше числа фотонов, падающих на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем 10 фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ . Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 168

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия	давление 10 ⁵ Па, температура 0°С
---------------------------	--

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	молибдена	96·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
гелия	4·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

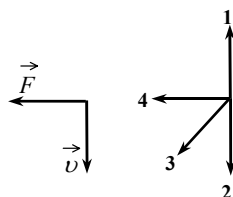
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка движется по окружности радиусом R со скоростью v . Как нужно изменить скорость ее движения, чтобы при увеличении радиуса окружности в 4 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним?

- 1) увеличить в 4 раза
- 2) уменьшить в 4 раза
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) уменьшить в 2 раза

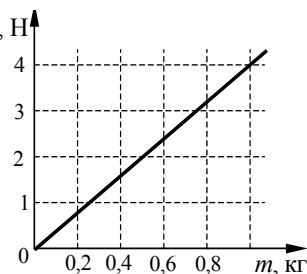
A2 На левом рисунке представлены вектор равнодействующей всех сил \vec{F} , действующих на тело, и вектор скорости тела \vec{v} в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчета?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A3 На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) $0,07 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,25 \text{ м/с}^2$
- 3) $9,8 \text{ м/с}^2$
- 4) 4 м/с^2



A4 Отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 3$. Каково

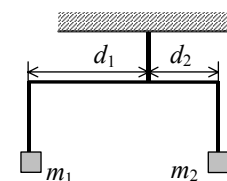
отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 3?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 5

A5 Скорость груза массой $0,2 \text{ кг}$ равна 3 м/с . Кинетическая энергия груза равна

- 1) $0,6 \text{ Дж}$
- 2) $0,9 \text{ Дж}$
- 3) 2 Дж
- 4) 15 Дж

A6



Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу второго тела, чтобы после уменьшения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

A7

Три одинаковых шарика находятся на оси x . Средний шарик покоится, а левый и правый шарик движутся влево. Модули их скорости равны соответственно v и $8v$. Какими будут модуль и направление скорости шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) v , вправо
- 2) $2v$, влево
- 3) v , влево
- 4) $3v$, влево

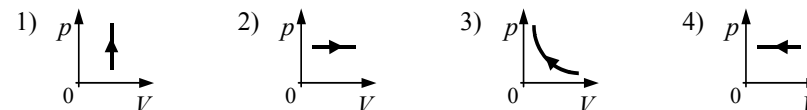
A8

В резервуаре объемом $16,6 \text{ м}^3$ находятся 20 кг азота при температуре 300 К . Каково давление этого газа?

- 1) $1,07 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 2) $2,14 \cdot 10^3 \text{ Па}$
- 3) $1,07 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- 4) $2,14 \cdot 10^5 \text{ Па}$

A9

Газ переходит из одного состояния в другое. Какой из графиков (1, 2, 3 или 4) является графиком изобарного нагревания газа?



A10

Как изменяется внутренняя энергия одноатомного идеального газа при изохорном увеличении его давления?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) увеличивается или уменьшается в зависимости от молярной массы

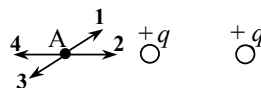
A11 Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоемкость этого вещества?

- 1) 250 Дж/(кг·К)
- 2) 24 Дж/(кг·К)
- 3) $4 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кг·К)
- 4) 0,92 кДж/(кг·К)

A12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно 227°C , а температура холодильника 27°C . Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную 10 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?

- 1) 2,5 Дж
- 2) 11,35 Дж
- 3) 11,35 кДж
- 4) 25 кДж

A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $+q$. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

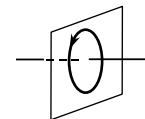


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На корпусе электрочайника имеется надпись: «220 В, 1000 Вт». Найдите силу тока в спирали электрочайника, включенного в розетку осветительной сети.

- 1) 0,22 А
- 2) 4,55 А
- 3) 22 А
- 4) 220000 А

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

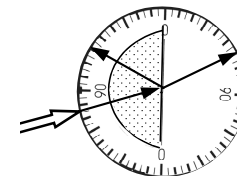


- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

A16 В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 4$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_2 и C_2
- 2) L_1 и C_2
- 3) L_2 и C_1
- 4) L_1 и C_1

A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



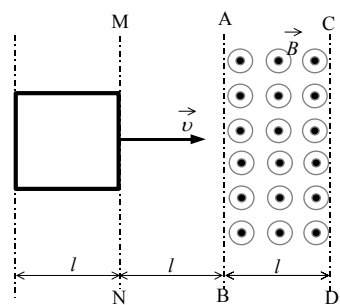
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 60^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 20^\circ}$

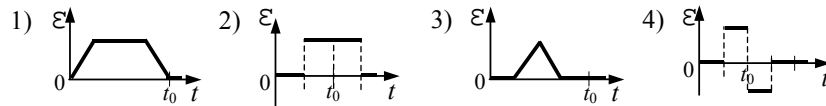
A18 Проникновение света в область геометрической тени от препятствия называется

- 1) дисперсией света
- 2) дифракцией света
- 3) интерференцией света
- 4) поляризацией света

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать плоскость MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 касается передней стороной линии CD?



A20

Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, электроны на орбитах вокруг ядра.
- 3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра положителен.
- 4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен.

A21

Период полураспада ядер актинона (изотопа радона) $^{219}_{86}\text{Rn}$ составляет 3,9 с. Это означает, что

- 1) за 3,9 с атомный номер каждого атома актинона уменьшится вдвое
- 2) одно ядро актинона распадается каждые 3,9 с
- 3) половина изначально имевшихся ядер актинона распадается за 3,9 с
- 4) все изначально имеющиеся ядра актинона распадутся за 7,8 с

A22

Каковы массовое число M и заряд Z ядра элемента свинца, полученного в результате следующей ядерной реакции: $^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^M_Z\text{Pb}$?

- 1) $M = 214, Z = 82$
- 2) $M = 206, Z = 82$
- 3) $M = 206, Z = 86$
- 4) $M = 214, Z = 86$

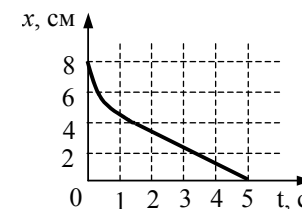
A23

Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

- 1) 0,5 эВ
- 2) 1,5 эВ
- 3) 2,0 эВ
- 4) 3,5 эВ

A24

В пробирку с водой опустили шарик. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



- 1) шарик после 1,5 с двигался с постоянной скоростью
- 2) шарик двигался все время с постоянным ускорением
- 3) скорость шарика в начальный момент времени равнялась 5 м/с
- 4) скорость шарика все время уменьшалась

A25

В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Н и 2 кг·м
- 2) 3 кг·м и 4 Дж
- 3) 2 Н·м и 1 Дж
- 4) 1 кг·с и 1 Н

Часть 2

В заданиях В1–В2 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

- В1** Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях массы маятника. Если уменьшить массу маятника, то как изменятся 3 величины: период колебаний, их частота, период изменения его потенциальной энергии?
- К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

А) период колебаний

1) увеличится

Б) частота колебаний

2) уменьшится

В) период изменения потенциальной энергии

3) не изменится

А	Б	В

- В2** Как изменятся заряд и число нуклонов радиоактивного ядра в результате его β^- -распада?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

А) заряд

1) увеличится

Б) число нуклонов

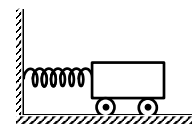
2) не изменится

3) уменьшится

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

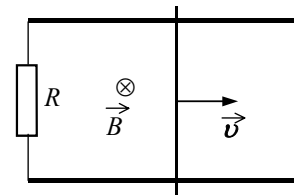


Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная сила упругости пружины при этом равна 20 Н. Какова максимальная скорость груза?

В4

С идеальным газом происходит изотермический процесс, в котором в результате уменьшения объема газа на 150 дм^3 его давление возросло в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объем газа? Ответ выразите в дм^3 .

В5



Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10 \text{ мА}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова скорость движения перемычки?

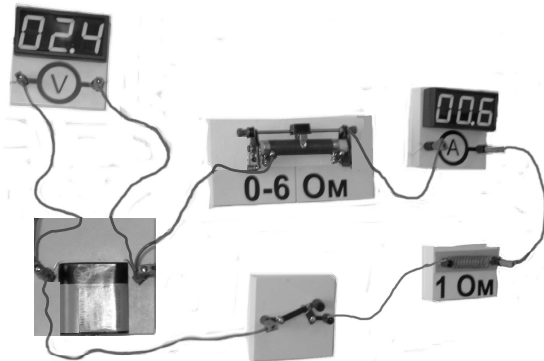
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

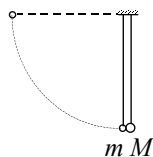
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

- C1** На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.

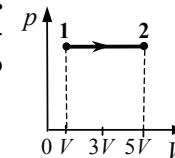


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

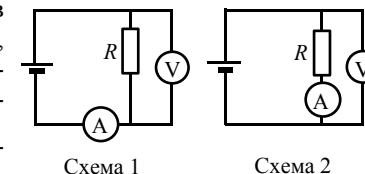
- C2** Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков?



- C3** На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



- C4** Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение $\frac{U_1}{U_2}$ показаний вольтметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



- C5** Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы циклическая частота колебаний электрической энергии в контуре увеличилась на $\Delta\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$?

- C6** Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при падении каждого электрона. Длина волны для света от источника $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает энергию светового излучения, падающего на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.